

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-096909

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

(51)Int.Cl.

G03F 7/26  
G03F 7/022  
G03F 7/20  
G03F 7/38  
H01L 21/3065  
H01L 21/306  
H01L 43/08

(21)Application number : 08-215216

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 26.07.1996

(72)Inventor : UEJIMA SATOSHI

(30)Priority

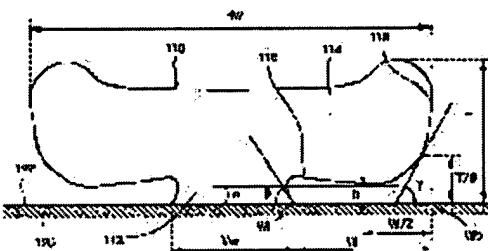
Priority number : 07209950 Priority date : 26.07.1995 Priority country : JP

## (54) RESIST PATTERN OF T-SHAPED SECTION AND ITS PRODUCTION AS WELL AS MAGNETO-RESISTIVE THIN-FILM ELEMENT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide resist patterns having T-shaped sections of a good contrast in order to lower the defective article rate at the time of forming the electrode patterns, etc., of a magneto-resistive thin-film element.

SOLUTION: The homogeneous resist patterns are formed by using a positive type resist for image reversal and the sections 110 thereof have the T-shape. The min. angle formed by the tangent at the bottom edge 116 of the cross bar part and a substrate surface 122 is defined as  $\alpha$  and the spacing between the lower edge 116 in the cross bar part and the substrate surface at the intermediate of the intersected point Wo of the perpendicular down from the outermost edge 118 of the cross bar apart and the substrate surface and the contact point Wi of the side edge 112 of a



vertical bar part and the substrate surface is defined as h, then  $\alpha$  and h in an h- $\alpha$  graph exist in the quadrilateral passing A: $\alpha=0^\circ$ , h=0.01 $\mu\text{m}$ , B: $\alpha=20^\circ$ , h=0.01 $\mu\text{m}$ , C: $\alpha=20^\circ$ , h=0.2 $\mu\text{m}$ , D: $\alpha=0^\circ$ , h=0.3 $\mu\text{m}$ .

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2922855

[Date of registration] 30.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the resist pattern of the T section and its manufacture method, and the magnetoresistance-effect type thin film in which at least one layer of the electrode layer for a magnetoresistance-effect film and magnetoresistance-effect films and a shield film is formed using the aforementioned resist pattern.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the method shown below is learned as the formation method of a resist pattern that a cross-section configuration shows a reverse trapezoid or T form.

[0003] (A) It is the method (refer to JP,61-136226,A) of exposing by the usual method and performing patterning, except making light exposure into lowness for the (Method a) method (i) negative resist which forms the pattern which a cross section is a reverse trapezoid and consists of single resists and which uses the negative resist of one layer by ultraviolet-rays exposure.

[0004] (b) How to make the substrate side of a resist the degree of low temperature rather than a front-face side at the time of the method (i) prebaking which uses the positive resist of one layer, and a postbake. About prebaking, the postbake is indicated by JP,54-72678,A at JP,3-101218,A, respectively.

(ii) How to expose by far ultraviolet rays to the resist film for electron rays of a positive type (refer to JP,1-50423,A).

(iii) How to hold in a high vacuum before [ after applying a novolak type resist ] exposure (refer to JP,3-257817,A).

(iv) How (refer to JP,5-37275,A) to perform ultraviolet-rays exposure from the front reverse side both sides of the resist applied on the transparent substrate.

(v) How to produce the pattern section and the non-pattern section, once, form a protective coat on these, remove the non-pattern section using this protective coat, and shorten the exposure time, when exposing a positive resist with an electron ray beam (refer to JP,51-147261,A).

(vi) How to make a predetermined value the ultraviolet-absorption coefficient of the polymer of a resist itself, or the addition of the cross linking agent to a resist (refer to JP,58-16527,A).

(vii) How to apply on a substrate the photoresist colored with the color which absorbs exposure light, dip subsequently to a solvent, and control the coloring concentration distribution of the thickness direction in a resist (refer to JP,1-284851,A).

[0005] (c) It is Hoechst as a method (i) resist which uses the positive resist (one layer) which gave the picture inverting function. By using the resist of \*\*\*\*\* using shrine AZ5200E series The {AZ5200E series catalog with which it is known that the pattern which has the cross section of a reverse trapezoid configuration will be producible, M. BORUZEN, "the submicron lithography technology by picture reversal of a positive-type photoresist", 6 Electronic material, 1 (1986), It reaches. M.Spac et al and "Mechanism and lithographic evaluation of image reversal in AZ5214 photoresist.", Proc.of conference on photopolymers principle processing and materials., Ellenville (1985)}. This resist gives a picture inverting function by adding negative working-ized agents, such as a basic amine, to the positive resist

which is the mixture of alkali fusibility phenol resin and naphthoquinonediazide.

[0006] (B) The way a cross section exposes a negative resist using two kinds of electric charge beams from which the T method (i) range which uses (Method a) one-layer resist which forms the pattern of type differs (refer to JP,62-105423,A). However, in this official report, the cross-section [ of T characters ]-like pattern is changing with the contraction after carrying out a rinse and drying to the cross-section rectangle-like pattern.

[0007] (b) How (refer to JP,62-141548,A) to perform double exposure by the suitable exposure of exposure by the predetermined exposure corresponding to the predetermined pattern configuration, and exposure by the predetermined exposure to this pattern configuration core to the positive resist of (Method i) two-layer structure which uses a two-layer resist.

(ii) How to expose a predetermined pattern simultaneously to the vertical two-layer electron beam resist by which the laminating was carried out through the detached core (refer to JP,63-55208,B).

(iii) How to form in the 1st photoresist film front face the facies which has resistance in the development of the 2nd photoresist film (refer to JP,2-65139,A).

(iv) How to prepare the resist film of two-layer structure and make pattern opening width of face on the upper surface of a lower layer resist larger than the opening width of face under the upper resist (refer to JP,2-208934,A).

[0008] as mentioned above -- although the various conventional examples were explained, even if the many are the cases where the cross-section configuration of a resist pattern is a reverse trapezoid, and is accepted to be the T section -- that it is necessary to use two layers of resists or to carry out exposure twice \*\*\*\* -- etc. -- it carried out, formation was very difficult, and it was that by which actuality is not accompanied

[0009] By the way, as a method of forming an electrode pattern etc. on a substrate, the lift-off method, the milling patterning methods, and these using [ together ] methods exist. The outline of these methods and the reason nil why the resist configuration of a cross-section T typeface is desirable are explained below.

[0010] An example of the pattern formation method using the milling patterning method ion milling is shown in drawing 2 . By this method, a milling-ed film is first formed all over a substrate. Subsequently, a resist layer is formed in the front face of a milling-ed film, and patterning of this is carried out, it considers as resist covering, and ion milling of the milling-ed film is carried out by using this resist covering as a mask. Then, resist covering is removed by the dissolution, ashing, etc. by the organic solvent, and the milling-ed film by which patterning was carried out is obtained.

[0011] When the cross-section configuration of resist covering is a rectangle or a reverse trapezoid like the conventional example, in case a milling-ed film is \*\*\*\*\*ed using the ion milling method, the particle which dispersed from the milling-ed film adheres to a resist covering side attachment wall, grows, and arrives at even the front face of a milling-ed film, namely, may carry out the reattachment to a milling-ed film (refer to drawing 3 ). For this reason, when resist covering was removed, it might be said that the portion which carried out the reattachment will remain in the front face of a milling-ed film as a minute salient.

[0012] If the height for a neck is enough since the resist covering lower part is narrow in T form although the scattering particle from a milling-ed film adheres to resist covering in the case of etching even when the cross-section configuration of resist covering is T form, it will not grow up so that an adhesion layer may follow the front face of a milling-ed film (refer to drawing 4 ). For this reason, the milling-ed film by which patterning was carried out good is obtained, without also removing an adhesion layer with resist covering and a reattachment portion remaining in the front face of a milling-ed film, when resist covering is removed.

[0013] Although the lift-off method, next the lift-off method are explained, the case where the film by which patterning was carried out by the lift-off method is formed on the above-mentioned milling-ed film by which patterning was carried out is explained here. This method is used for a series of processes which form a lead layer on for example, a magnetoresistance-effect film.

[0014] An example of this lift-off method is shown in drawing 5 . By the method shown in drawing 5 ,

after preparing the substrate which has first the milling-ed film by which patterning was carried out on a front face and forming a resist layer on this substrate, resist covering which is illustrated is formed by carrying out patterning. Subsequently, patterning-ed films, such as a metal and ceramics, are formed all over a substrate front face including resist covering. Subsequently, in the organic solvent which can dissolve a resist, the field which exists on resist covering among patterning-ed films is removed with resist covering, and a patterning film is obtained.

[0015] In this process, an organic solvent must fully permeate during resist covering. However, when the cross-section configuration of resist covering is a reverse trapezoid like the conventional example, in case a patterning-ed film is formed, as shown in drawing 6, a patterning-ed film will adhere also to a resist covering side attachment wall, and will cover resist covering. For this reason, an organic solvent cannot fully permeate during resist covering, and might be unable to remove resist covering.

[0016] On the other hand, when the cross-section configuration of resist covering is T form, although membranes are formed by the upper surface and the side attachment wall of a resist covering eaves portion in case a patterning-ed film will be formed, if the height for a neck (under an eaves portion) of the resist covering lower part is under the thickness of a patterning-ed film as shown in drawing 7, since the amount of neck becomes the shade of an eaves portion, it is not formed by the amount of neck. Therefore, the film which formed membranes does not cover resist covering completely, an organic solvent permeates during resist covering from a part for a neck, and the film formed on it with resist covering can be removed certainly.

[0017] An example of the method of using together the using [ together ] method \*\* of the milling patterning method and the lift-off method is shown in drawing 8. By this method, first, after forming a milling-ed film all over a substrate front face, a resist layer is formed, patterning of this resist layer is carried out, and it considers as resist covering. In the example of illustration, the cross section forms resist covering of a reverse trapezoid. Subsequently, without removing resist covering, after carrying out patterning of the milling-ed film by the ion milling method, the resist covering is used as resist covering of the lift-off method as it is, and a metal, ceramics, etc. are formed. Subsequently, films which exist on it with resist covering, such as a metal and ceramics, are removed by dissolving resist covering by the organic solvent. Of such a process, the continuation film of the milling-ed film in which patterning was carried out by the ion milling method, and films by which patterning was carried out by the lift-off method, such as a metal and ceramics, is formed in a substrate front face.

[0018] In this using [ together ] method, when the cross-section configuration of resist covering is a rectangle or a reverse trapezoid like the conventional example, a minute salient may remain in the boundary line of the film in which patterning was carried out by the ion milling method of the aforementioned continuation film by the reason explained previously, and the film by which patterning was carried out by the lift-off method. Moreover, resist covering may be unable to be removed.

[0019] When the cross-section configuration of resist covering is T form, the good continuation film of the film by which patterning was carried out by the ion milling method, and the film by which patterning was carried out by the lift-off method can be obtained without generating the above problems for the reason explained previously.

[0020]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] in a Prior art, the T section in which good contrast is when it is going to form the resist pattern of the T section, although the resist pattern of a reverse trapezoid [ cross section ] was obtained was not obtained by 1 layer resist for example, in the one-layer resist, as shown in drawing 17 -20, only the resist pattern of a reverse trapezoid [ cross section ] is obtained from the AZ5200E catalog any -- Although drawing 17 is an excimer laser, drawing 18 is i line, drawing 19 is g line and the exposure light in the case of patterning is a wide band light in which drawing 20 contains i line, g line, and h line, even when which exposure light is used, the cross section has not become in T form.

[0021] on the other hand, when it was going to form the resist pattern to which the cross section is carrying out T form by the two-layer resist by the Prior art, mixing whose time and effort is very between resists in this top and a resist interface took place, and T form with good contrast was not

obtained

[0022] Thus, when the resist pattern of the T section of good contrast was not obtained, therefore the electrode pattern for magnetoresistance-effect films of a magnetoresistance-effect type thin film etc. was formed using the resist pattern of this conventional T section in the former, the electrode material remained in many cases into portions other than a required electrode pattern, and the rate of a defective of a product was high.

[0023] In order to stop very low the rate of a defective at the time of forming the electrode pattern of a magnetoresistance-effect type thin film etc., the purpose of this invention is offering the resist pattern which has the T section of good contrast, and is offering the magnetoresistance-effect type thin film in which the electrode pattern's etc. was formed using this resist pattern.

[0024]

[Means for Solving the Problem] Such a purpose is attained by one composition of following the (1) - (14).

(1) It is a homogeneous resist pattern substantially. it was formed using the resist agent by which the negative working-ized agent was added by the positive resist containing the mixture of alkali fusibility phenol resin and naphthoquinonediazide, and the picture inverting function was given to it -- a cross-section configuration The vertical bar portion which is prolonged upwards from a substrate front face and constitutes the vertical bar section of T form substantially, Are T configuration equipped with the horizontal bar portion which is horizontally prolonged where an interval is kept to a substrate front face succeeding this vertical bar portion, and constitutes the horizontal bar section of T form substantially, and it sets in the aforementioned cross-section configuration. The intersection Wo of the perpendicular and substrate front face which set the minimum value of the angles on the tangent of the horizontal bar partial margo inferior, and the front face of a substrate to make to alpha, and were taken down from the horizontal bar partial outermost side edge to the substrate front face, When the interval of the horizontal bar partial margo inferior and substrate front face in the mid-position with the point Wi that the vertical bar partial side edge and substrate front face by the side of the aforementioned outermost side edge touch is set to h, an h-alpha graph -- setting -- alpha and h -- A:alpha= 0 degree and h= 0.01 micrometers B:alpha = 20 degrees and h= 0.01 micrometers C:alpha = 20 degrees and h= 0.2 micrometers D:alpha= Resist pattern of the T section which exists within limits (a side top is included) surrounded with the quadrilateral which connected four points (0 degree and h= 0.3 micrometers) with this order.

(2) Set in the aforementioned h-alpha graph and alpha and h are A:alpha =0 degree and h= 0.01 micrometers. X:alpha = 5 degrees and h= 0.01 micrometers Y:alpha = 5 degrees and h= 0.15 micrometers Z:alpha = resist pattern of the T section of the above (1) which exists within limits (a side top is included) surrounded with the quadrilateral which connected with this order four points which are 0 degree and h= 0.15 micrometers.

(3) Set in the aforementioned h-alpha graph and alpha and h are A:alpha =0 degree and h= 0.01 micrometers. X:alpha = 5 degrees and h= 0.01 micrometers G:alpha = 5 degrees and h= 0.1 micrometers H:alpha = resist pattern of the T section of the above (1) which exists within limits (a side top is included) surrounded with the quadrilateral which connected with this order four points which are 0 degree and h= 0.1 micrometers.

(4) width -- a bar -- a portion -- the outermost -- a side edge -- from -- a substrate -- a front face -- having taken down -- a perpendicular -- a substrate -- a front face -- an intersection -- Wo -- the above -- the outermost -- a side edge -- a side -- length -- a bar -- a portion -- a side edge -- a substrate -- a front face -- touching -- a point -- Wi -- distance -- W -- \*\* -- having carried out -- the time -- W -- = -- 0.03 -- -- three --

(5) The resist pattern of one T section of above-mentioned (1) - (4) which is  $H_w=0.1-7$ micrometer when the maximum width of the aforementioned horizontal bar portion is set to  $H_w$ .

(6) The resist pattern of the T section of the above (5) which is  $V_w/H_w=0.1-0.995$  when the aforementioned vertical bar portion sets width of face of the field adjacent to the substrate front face to  $V_w$ .

(7) The resist pattern of one T section of above-mentioned (1) - (6) with which a front face is formed on

the front face of the substrate which consists of a metallic material or ceramic material.

(8) Use the resist agent by which the negative working-ized agent was added by the positive resist containing the mixture of alkali fusibility phenol resin and naphthoquinonediazide, and the picture inverting function was given to it. In the bottom of the condition from which the resist pattern of a reverse trapezoidal shape is obtained for a cross section in case a resist pattern is manufactured by patterning process in which it has each stage of formation of a resist paint film, exposure, reversal BEKU, and development in this order By adding at least one sort of condition change chosen from reduction of resist paint film thickness, reduction of light exposure, low-temperature-izing of reversal baking temperature, shortening of reversal BEKU time, elevated-temperature-izing of developer temperature, and extension of a developing time The manufacture method of the resist pattern of the T section whose manufacture of the resist pattern which is T configuration a cross section enables.

(9) the time of displaying as plus the direction which considers as minus the direction which approaches a substrate on the basis of a resist paint film front face in the focal position at the time of exposing to a resist paint film, and keeps away from a substrate -- the aforementioned focal position -1-+10 micrometers it is -- the manufacture method of the resist pattern of the T section the above (8)

(10) The above (8) which performs reversal BEKU for [ for / 30 seconds / - ] 13 minutes at the temperature of 100-123 degrees C, or the manufacture method of the resist pattern of the T section of (9).

(11) The manufacture method of the resist pattern of one T section of above-mentioned (1) above-mentioned [ which manufactures the resist pattern of one T section of - (7) ] (8) - (10).

(12) The above (1) Magnetoresistance-effect type thin film in which at least one layer in the electrode layer for a magnetoresistance-effect film and magnetoresistance-effect films is formed by the lift-off method using the resist pattern of one T section of - (7) as resist covering.

(13) The above (1) Magnetoresistance-effect type thin film in which at least one layer of the electrode layer for a magnetoresistance-effect film and magnetoresistance-effect films and a shield film is formed by the milling patterning method using the resist pattern of one T section of - (7) as resist covering.

(14) The above (1) Magnetoresistance-effect type thin film in which the continuation film of a magnetoresistance-effect film and the electrode layer for magnetoresistance-effect films is formed by the method of using together the milling patterning method and the lift-off method, using the resist pattern of one T section of - (7) as resist covering.

[0025]

[Function] The resist pattern of the T section was realized by using an one-layer resist, i.e., a resist with the homogeneous whole, and controlling by this invention, as patterning conditions were described above.

[0026] Since the T section configuration of high contrast which the whole is formed by the homogeneous resist and has Above alpha and h in predetermined within the limits is made, the resist pattern of the T section of this invention can reduce the rate of a defective remarkably, when the electrode pattern of a magnetoresistance-effect type thin film etc. is formed using this, and when it is best, it can realize 100% of rate of an excellent article.

[0027] In addition, although there is no example which has formed the pattern of the T section by one picture exposure before basic application (Japanese Patent Application No. No. 209950 [ seven to ]) of this application, using the resist of one layer, the resist pattern of the T section is indicated by the 25-30th page of the reference "IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL.32 NO.1, JANUARY 1996" published after application of basic application of this application. By this reference, it has measured whether what a cross-section configuration, the amount of the reattachment object which remains after a lift off, etc. are influenced by change of light exposure or the BEKU (equivalent to reversal BEKU in this specification) temperature after exposure, and the result is shown in Table 3. However, the absolute value of light exposure or baking temperature is not indicated by this reference, and the kind of used resist is not indicated, either. For the resist pattern indicated in Table 3 of this reference, it is formed using the wide band light of i line cut as an exposure light, and full [ of a cross section ] (W) is 3.6 micrometers. The height (H) of the vertical bar section of T form is 0.2 micrometers

above. It is above. In addition, the kind of exposure light was judged from the aligner currently used by this reference.

[0028] By this reference, Si wafer is used as a substrate. Moreover, although the scanning-electron-microscope photograph of the cross section of a substrate and a resist pattern is indicated by drawing 4 of this reference, as long as this drawing 4 is seen, it is thought that the resist pattern is directly formed on Si wafer front face. However, according to the experiment of this invention persons, it was impossible to have formed the resist pattern of the T section in Si wafer front face directly. As for the resist used by this invention, bad [ an adhesive property with Si wafer ] as the reason for concrete, since a touch area with a substrate produces a detailed resist pattern narrowly using i line preferably by this invention, the resist pattern of the T section can consider that a resist pattern tends to exfoliate from Si wafer. For this reason, while controlling patterning conditions by this invention as mentioned above, it is Si and SiO<sub>2</sub>. By using the substrate which has the front face of an except, formation of a detailed T section resist pattern is enabled. On the other hand, the detailed T section resist pattern which used i line for the above-mentioned reference is not indicated.

[0029]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained in detail.

[0030] Since the resist pattern of this invention is what carried out patterning, was formed by method which mentions a picture reversal correspondence positive resist later, and carried out patterning of the one-layer resist, it is substantially homogeneous.

[0031] When patterning is carried out in this specification according to a series of processes of a resist agent and picture exposure -> heating {following and reversal BEKU (RB)} -> uniform exposure (henceforth, flood exposure) -> development that the picture reversal correspondence positive resist made the positive resist the base resin, the negative working-ized agent was added by this and the picture inverting function was given to it, a picture exposure portion remains like a negative resist.

[0032] In this invention, the positive resist containing the mixture of alkali fusibility phenol resin and naphthoquinonediazide is made into a base resin, and the picture reversal correspondence positive resist of composition of having added the negative working-ized agent to this is used.

[0033] The above-mentioned alkali fusibility phenol resin is a phenol formaldehyde novolak resin, a cresol formaldehyde novolak resin, etc.

[0034] The above-mentioned naphthoquinonediazide compound increases the solubility over an alkali solution by activity light irradiation with the compound which has at least one naphthoquinonediazide machine. The compound of various structures is known as such a compound, and especially a kind of a hydroxyl compound and o-benzo \*\*\*\*\* have desirable ester of o-naphthoquinonediazide sulfonic acid. As these compounds, it is a 2 and 2'-dihydroxydiphenyl-screw. - [A naphthoquinone -1, a 2-diazido-5-sulfonate], A 2 and 2 '4, 4'-tetrapod hydroxy diphenyl-tetrapod [a naphthoquinone -1 and a 2-diazido-5-sulfonate], 2, 3, 4-TORIOKISHI benzophenone-screw - There are [a naphthoquinone -1, a 2-diazido-5-sulfonate], etc. The ester of the acetone indicated by especially JP,43-25403,B, the polyhydroxy phenyl obtained by the condensation polymerization of pyrogallol, a naphthoquinone -1, and a 2-diazido-5-sulfonic acid etc. can be mentioned.

[0035] As the above-mentioned negative working-ized agent, an aromatic hydrocarbon, 1-hydroxyethyl-2-alkyl imidazoline, or a shellac etc. which has an amine and a hydroxyl group is mentioned.

[0036] As an amine of the above-mentioned negative working-ized agent, a dialkyl amine, alkylamine, the secondary amine that has a hydroxyalkyl machine or a tertiary amine (henceforth a hydroxy alkylamine), a dialkylamino aromatic hydrocarbon, and annular polyamine can be raised, for example. As an example of a dialkyl amine, diamylamine, diheptylamine, There is a JIDESHIRU amine etc. as an example of alkylamine Tributylamine, A triamylamine, trihexyl amine, and a TORISO amyl amine As an example of a hydroxy alkylamine, a diethanolamine, N-methylethanol amine, N-methyldiethanolamine, dipropanolamine, and a triethanolamine Diethylaniline and a dipropyl aniline can be raised as an example of a dialkylamino aromatic hydrocarbon, and a hexamethylenetetramine can be raised as an example of annular polyamine, respectively.

[0037] Moreover, the aromatic hydrocarbon which has one or more hydroxyl groups in which esterification or etherification is possible as an aromatic hydrocarbon which has a hydroxyl group can be used. There are the resin and hydroxybenzene compound which have the benzene ring which has a hydroxyl group as an example of the aromatic hydrocarbon which has a hydroxyl group, and a phenol formaldehyde novolak resin and a cresol formaldehyde novolak resin can be raised as an example of a resin of having the benzene ring which has a hydroxyl group. Considering pyrogallol, phloroglucinol, 2, and 2-screw (4-hydroxyphenyl) propane as an example of 1-hydronium SHIKIECHIRU-2-alkyl imidazoline, the carbon atomic number of an alkyl group is mentioned as an example of a hydroxybenzene compound, and the compounds and those mixture to 7-17 are mentioned.

[0038] A compound desirable as these negative working-ized agent has a triethanolamine, N-methylethanol amine, N-MECHIRUJI enol amine, diethylaniline, a hexamethylenetetramine, tributylamine, a TORISO amyl amine, a metacresol formaldehyde resin, a shellac, 1-hydroxyethyl-2-alkyl imidazoline, etc.

[0039] The amount of the above-mentioned negative working-ized agent used receives the above-mentioned resist base-resin 100 weight section. In the case of an amine, preferably The range of the about 0.005 weight section to the about 1 weight section, In the case of the aromatic hydrocarbon or shellac which has the range of the about 0.01 weight section to the about 0.3 weight section, and a hydroxyl group more preferably, preferably The range of the about 0.005 weight section to the about 10 weight section, more -- desirable -- the case of the range of the about 0.01 weight section to the about 3 weight section, and 1-hydroxyl ethyl-2-alkyl imidazoline -- desirable -- the range of the about 0.005 weight section to the about 0.1 weight section -- it is the range of the about 0.01 weight section to the about 0.07 weight section more preferably

[0040] The various additives other than the above-mentioned component can be added to the photopolymer constituent used for this invention. For example, since picture intensity is raised, as a binder, the resin which can be mixed with the aforementioned component to homogeneity, for example, a styrene maleic anhydride copolymer, a styrene-acrylic-acid copolymer, a methacrylic-acid-methyl-methacrylate copolymer, etc. can also be added.

[0041] Detailed composition of this kind of resist is indicated by JP,55-32088,B, the British patent No. 844039 specification, the U.S. Pat. No. 4104070 specification, etc.

[0042] As shown in drawing 1, the cross-section configuration 110 of the resist pattern of this invention is a T configuration equipped with the vertical bar portion 112 which is prolonged upwards from the front face 122 of a substrate 120, and constitutes the vertical bar section of T form substantially, and the horizontal bar portion 114 which is horizontally prolonged where an interval is kept to a substrate front face succeeding this vertical bar portion, and constitutes the horizontal bar section of T form substantially.

[0043] The intersection Wo of the perpendicular and the substrate front face 122 which set the minimum value of the angles on the tangent of the horizontal bar partial margo inferior 116, and the front face 122 of a substrate to make to alpha, and were taken down from the horizontal bar partial outermost side edge 118 to the substrate front face in the cross-section configuration shown in drawing 1, When the interval of the horizontal bar partial margo inferior 116 and the substrate front face 122 in the mid-position (the distance from Wo is W/2) with the point Wi (the distance of Wo and Wi is W) that vertical bar partial 112 side edge and the substrate front face 122 by the side of the aforementioned outermost side edge 118 touch is set to h, As shown in the h-alpha graph of drawing 9, alpha and h are A:alpha=. 0 degree, h= 0.01 micrometers B:alpha = 20 degrees and h= 0.01 micrometers C:alpha = [ 20 degrees, ] h= 0.2 micrometers D:alpha= It exists within limits (a side top is included) surrounded with the quadrilateral which connected four points (0 degree and h= 0.3 micrometers) to this order. preferably A:alpha =0 degree and h= 0.01 micrometers X:alpha =5 degree and h= 0.01 micrometers Y:alpha = 5 degrees and h= 0.15 micrometers Z:alpha = It exists within limits (a side top is included) surrounded with the quadrilateral which connected four points (0 degree and h= 0.15 micrometers) with this order. They are A:alpha =0 degree and h= 0.01 micrometers more preferably. X:alpha = 5 degrees and h= 0.01 micrometers G:alpha = 5 degrees and h= 0.1 micrometers H:alpha = it exists within limits (a side top is

included) surrounded with the quadrilateral which connected four points (0 degree and  $h=0.1$  micrometers) with this order. In the resist pattern of the T section, by setting alpha and  $h$  as such within the limits, a good lift off, good ion milling, etc. can be performed for the first time, and the rate of a defective also becomes less than 20%. The pattern which has such a T form configuration by the single resist conventionally does not exist. In addition, it means that alpha= 0 degree has parallel tangent and substrate front face 122 in the margo inferior 116 of a horizontal bar portion.

[0044] Setting to drawing 1, the distance  $W$  of Point Wo and Point Wi is  $W=0.03-3$  micrometers preferably. It is  $W=0.1-3$  micrometers more preferably. It is  $W=0.2-1$  micrometer still more preferably. By setting  $W$  as such a range, the rate of a defective falls further.

[0045] When the height of a resist pattern is set to  $T$  in drawing 1, it is  $T=0.3-3$  micrometers preferably. It is  $T=0.4-2$  micrometers more preferably. It is  $T=0.4-1$  micrometer still more preferably. Even if  $T$  is too large and it is too small, formation of the T section becomes difficult. If  $T$  is too small, it will stop moreover, being equal to the use as resist covering. Moreover, since the end face of a milling pattern goes to sleep namely, becomes a substrate front face and parallel closely when  $T$  uses a too large pattern as resist covering at the time of milling, it is not desirable.

[0046] In drawing 1, when the angle of the half-line prolonged in the substrate upper part in contact with a vertical bar partial side edge at Point Wi, and a Point Wi to a substrate front face and the half-line prolonged in the direction of the interior of a vertical bar portion in parallel to make is set to beta, beta= 10-160 degrees is beta= 70-110 degrees more preferably.

[0047] In drawing 1, when the angle of a substrate front face and the half-line prolonged in the direction which keeps away from a vertical bar portion to parallel to make is set to gamma from the intersection of the half-line which is prolonged and touches a horizontal bar partial side edge in the height of  $T/3$  from a substrate front face from a substrate front face, and a this half-line and a substrate front face, gamma= 60-100-degree gamma= 20-120 degrees are gamma= 80-90 degrees still more preferably more preferably.

[0048] When the maximum width of a horizontal bar portion is set to  $Hw$  in drawing 1, it is  $Hw=0.1-7$  micrometer preferably. It is  $Hw=0.3-3$  micrometer more preferably.

[0049] the time of setting to  $Vw$  width of face of the field in which the vertical bar portion is in contact with the substrate front face in drawing 1 -- desirable --  $Vw/Hw=0.1-0.995$  -- it is  $Vw/Hw=0.15-0.95$  more preferably

[0050] Usually, although a concave side is made, when  $Hw$  is small, as for the upper surface section of the resist pattern of the T section of this invention, there are the shape of a plane or a convex and a bird clapper.

[0051] In addition, when a substrate front face is a field where the vertical bar portion of a resist pattern touches, for example, the resist pattern is formed in front faces, such as a milling-ed film, in this specification, front faces, such as the aforementioned milling-ed film, are substrate front faces.

[0052] As for the quality of the material on the front face of a substrate in which the resist pattern of the T section of this invention is formed, it is desirable that they are metal (alloy is included) material or ceramic material. As a metal simple substance, Cr, aluminum, W, Te, Mo, Fe, nickel, Co, Mn, Ti, Ta, Au, Ag, Cu, etc. can be preferably used among metallic materials. As an alloy, Fe-nickel, nickel-Mn, Fe-nickel-Co, Fe-Co, etc. can be used preferably. as ceramic material -- NiO, aluminum 2O3, and ZrO2 etc. -- carbide, such as multiple oxides, such as an oxide, LiNbO2, LiTaO3, and a ferrite, and AlTiC, etc. can be used preferably In addition, especially these crystallinity is not limited.

[0053] By using the substrate which has the front face of such the quality of the material, the resist pattern of the characteristic cross-section configuration of this invention can be formed. In addition, in this invention, Si single crystal substrate which may set to manufacture of a semiconductor device and is used is not used. According to the experiment of the artificer of this invention, on Si single crystal substrate, even if it uses the above-mentioned resist agent, the resist pattern of the characteristic cross-section configuration of this invention cannot be formed. moreover, a front face -- SiO2 etc. -- since the substrate which consists of silicon oxide as well as Si substrate cannot form the above resist patterns, it is not used by this invention

[0054] Next, the formation method of the resist pattern of the T section of this invention is explained.  
 [0055] The example of the chemical reaction which occurs the patterning process of a picture reversal correspondence positive resist in drawing 10 in a resist in each of that stage is shown in drawing 11. This patterning process is explained for every stage (about the detail). M. Spac et al and "Mechanism and lithographic evaluation of image reversal in AZ5214 photoresist.", Proc.of conference on photopolymers principle processing and materials., and Ellenville (1985) It is written. In addition, the following explanation is the things about an example which used the basic amine as a negative working-ized agent.

[0056] (1) The 1st phase The picture reversal correspondence positive resist 2 is applied to the upper surface of the exposure substrate 1, and ultraviolet rays A (wavelength : 300-500nm) are irradiated after prebaking through the mask 3 which has a predetermined pattern on the resist film upper surface (exposure). In the exposure section 4 of a resist 2, a diazo naphthoquinone carries out WORUFU transition and serves as an indene carboxylic acid (formula 1 reference of drawing 11 ). An indene carboxylic acid serves as an amine salt of an unstable carboxylic acid somewhat according to an acid-alkaline reaction with the basic amine which is a negative working-ized agent (formula 2 reference of drawing 11 ).

[0057] (2) The 2nd phase Reversal BEKU (RB)

Reversal BEKU of the resist is carried out after the reaction of a formula 2. As for the temperature of reversal \*\*-KU, it is desirable to consider as 90-130 degrees C. By heating by reversal \*\*-KU, the amine salt of a carboxylic acid causes a decarbonylation reaction promptly, and serves as an insoluble indene at alkali solution (formula 3 reference of drawing 11 ). An indene is not only insoluble in alkali solution, but is inactive to subsequent UV irradiation and subsequent heating. Reversal BEKU in this case is usually equivalent to the postbake of a process, and does not need to give a postbake in this process.

[0058] (3) the 3rd phase flood exposure -- here, ultraviolet-rays B irradiation is received, and the diazo naphthoquinone which is the sensitization machine of the unexposed section 5 which was unexposed serves as an indene carboxylic acid meltable in an alkaline-water solution at the time of the first exposure (formula 1 reference), then a resist serves as an amine salt of a carboxylic acid by the reaction with a basic amine (formula 2 reference) The amine salt of this carboxylic acid is also meltable in an alkaline-water solution. Although the wavelength of ultraviolet rays B may be the same as ultraviolet rays A, since ultraviolet rays B is not [ pattern formation ] related, especially the wavelength is not limited. In addition, although flood exposure is not necessarily needed, when not using, it is necessary to use a comparatively high-concentration developer and, and there is possibility of generating of the scum in development.

[0059] (4) The 4th phase By developing negatives in alkaline solution at the development last, it melts, only the exposure section 4 remains and patterning completes the unexposed section 5.

[0060] As what is marketed among picture reversal correspondence positive resists, there is resist AZby Hoechst A.G. (Hoechst)5200E series. The detailed property of this resist is shown in M. BORUSEN, "the submicron lithography technology by picture reversal of a positive-type photoresist", electronic material, and 6 and 1 (1986).

[0061] Next, the conditions of each stage when other conditions in the patterning process of a picture reversal correspondence positive resist shown previously are the same show the influence which it has on the cross-section configuration of a resist to drawing 12 , and explain them to it below.

[0062] (1) a substrate front face -- the relation between the patterning conditions of these and the cross-section configuration of the resist obtained is based neither on the quality of the material on the front face of a substrate, nor the existence of substrate surface treatment (HMDS gaseous-phase processing etc.) Preferably, the surface treatment of a substrate has good how to bend.

[0063] (2) If application thickness of the application thickness of a resist, prebaking temperature, and a time resist is made thin, the vena contracta (slit) is formed in the substrate grounding portion of a reverse trapezoid, the width of face of the vena contracta becomes large, and the cross section changes from the reverse trapezoid to T form. Preferably, the application thickness of a resist is 3 micrometers. The

following (after prebaking) is good. The minimum of the application thickness of a resist usually has desirable about 0.3-0.5 micrometers. Although prebaking temperature and its time hardly affect the cross-section configuration of a resist, it is [ prebaking temperature ] desirable to carry out to below reversal baking temperature.

[0064] (3) If light exposure light exposure is reduced, the vena contracta (slit) is formed in the substrate grounding portion of a reverse trapezoid, and the cross section changes from the reverse trapezoid to T form. Although desirable light exposure changed with the kind of exposure machine, wavelength distributions of exposure light {ultraviolet rays, laser beams (excimer etc.), an X-ray, an electron ray, etc. are included}, etc., in the experiment which results in this invention, its 10 - 500 mJ/cm<sup>2</sup> was desirable. the case where the wide band light and g line (wavelength of 436nm) of i line (wavelength of 365nm) cut will be used as an exposure light if it explains to a detail more -- desirable -- 100 - 500 mJ/cm<sup>2</sup> -- more -- desirable -- 100 - 400 mJ/cm<sup>2</sup> and the case where are 100 - 330 mJ/cm<sup>2</sup> still more preferably, and i line is used -- desirable -- 10 - 100 mJ/cm<sup>2</sup> -- it is 30 - 60 mJ/cm<sup>2</sup> more preferably In addition, in order to make the pattern of MR film detailed in a magnetoresistance-effect (MR) type thin film, it is desirable to use the light or the electron ray of wavelength not more than i line or it for exposure light. By the detailed resist pattern formed using i line, the thing of the good T section is not obtained conventionally.

[0065] Moreover, the height of the vena contracta formed in the substrate grounding portion of a resist pattern can be adjusted by controlling the focal position of exposure light. Specifically, if a focal position is moved to a substrate side, the height of the aforementioned vena contracta will become low, and if a focal position is moved to a substrate and an opposite side, the height of the aforementioned vena contracta will become high. When a focal position is displayed by considering as plus the direction which considers as minus the direction which approaches a substrate on the basis of a resist paint film front face, and keeps away from a substrate, -1-+10 micrometers of focal positions are -1-+6 micrometers more preferably. By making a focal position into such a range, it can perform easily making Above h into this invention range.

[0066] (4) If reversal BEKU (RB) temperature and RB time RB temperature are lowered, the vena contracta (slit) will be formed in the substrate grounding portion of a reverse trapezoid, the width of face of the vena contracta becomes large, and the cross section changes from the reverse trapezoid to T form. Especially RB temperature has desirable 100-118 degrees C 100-123 degrees C. Moreover, if it is more than predetermined RB time and RB time will be shortened, the inclination for the vena contracta (slit) to be formed in the substrate grounding portion of a reverse trapezoid, and for a cross section to change from a reverse trapezoid to T form will be promoted. As for this RB time, for [ for / 30 seconds / - ] 13 minutes is desirable. If RB time is too short, a reaction as shown in drawing 11 will stop in addition, arising.

[0067] (5) although flood light exposure flood light exposure hardly affects the cross-section configuration of a resist -- usually -- 100 - 600 mJ/cm<sup>2</sup> \*\* -- carrying out is desirable

[0068] (6) If development conditions and a rinse condition developer are alkaline solution, they will hardly affect the cross-section configuration of a resist. For example, it is good at phosphate solution, TMAH, etc. The vena contracta (slit) becomes is easy to be formed in such a reverse trapezoid substrate grounding portion that a developing time is so long that the temperature of a developer is high, the width of face of the vena contracta becomes large, and the cross section changes to T form. It is desirable to use 1 - 3% (NanH3-nPO<sub>4</sub>) solution of phosphate as a developer, as for development temperature, it is desirable to consider as a room temperature (20-25 degrees C), and, as for a developing time, it is desirable to consider as for 30 - 90 seconds. If a rinse is pure water, it will not be based on the temperature and rinse time of a rinse, and will hardly affect the cross-section configuration of a resist. It is desirable to use ultrapure water as a rinse, as for rinse temperature, it is desirable to consider as a room temperature (20-25 degrees C), and, as for rinse time, it is desirable to consider as for 10 - 180 seconds.

[0069] (7) Although a baking process may be established after after [ development ] BEKU development for dryness etc., the conditions of BEKU after development hardly affect the cross-section

configuration of a resist.

[0070] Thus, the resist pattern with which a cross section has T form at the time of various combination of the conditions of each stage in the patterning process of a picture reversal correspondence positive resist is obtained. That is, when a resist cross section is exposed for example, with the light exposure of under the minimum light exposure used as a reverse trapezoid at the time of the combination of some reversal baking conditions and development conditions, the resist pattern of the T section can be formed. Moreover, when a resist cross section carries out reversal BEKU at the temperature of under the minimum reversal baking temperature used as a reverse trapezoid at the time of the combination of some exposure conditions and development conditions, the resist pattern of the T section can be formed. Although control of light exposure or reversal baking temperature, especially control of reversal baking temperature are effective in this way in order to form the resist pattern of the T section, as described above, the T section of a desirable configuration can be obtained also by controlling other various conditions.

[0071] By using the resist pattern of this invention explained above, a desirable magnetoresistance-effect (MR) type thin film can be obtained.

[0072] An example of the layer structure of the compound-die thin film magnetic head equipped with the magnetoresistance-effect type thin film reproducing head and the inductive mold thin film recording head which are an example of the magnetoresistance-effect type thin film of this invention was shown in drawing 13. this drawing -- setting -- a sign 10 -- the magnetoresistance-effect type thin film reproducing head and 11 -- for a lower shield layer and 14, as for a magnetoresistance-effect film and 16, an insulator layer and 15 are [ a substrate and 12 / an insulator layer and 13 / MR lead layer (electrode layer for magnetoresistance-effect films) and 17 ] insulator layers And such the magnetoresistance-effect type thin film reproducing head 10 is combined with the inductive mold thin film recording head 20 of the structure known from the former, and let it be the head of a compound die. The inductive mold thin film recording head 20 is usually equipped with the lower magnetic pole 21, an insulator layer 22, the insulator layer 23, the coil 24, the up magnetic pole 25, and the protective layer 26.

[0073] Ceramic material, such as AlTiC, is usually used for a substrate 11.

[0074] an insulator layer 12 -- thickness about 1-20 micrometers -- aluminum 2O3 and SiO2 etc. -- being formed is desirable

[0075] As for the lower shield layer 13, it is desirable to be formed by FeAlSi, NiFe, CoFe, CoFeNi, FeN, FeZrN, FeTaN, CoZrNb, CoZrTa, etc., and its 0.5-3 micrometers are [ especially the thickness ] desirable 0.1-5 micrometers.

[0076] an insulator layer 14 -- thickness -- 100-2000A a grade -- aluminum 2O3 and SiO2 etc. -- being formed is desirable

[0077] Although the magnetoresistance-effect film 15 may be constituted from one layer of magnetic layers, it is desirable to usually consider as the multilayer structure which carried out the laminating of a magnetic layer and the non-magnetic layer. As a material of a magnetic layer, NiFe, NiFeRh, FeMn, NiMn, Co, Fe and NiO, NiFeCr, etc. are desirable, for example. Moreover, as a material of a non-magnetic layer, Ta, Cu, Ag, etc. are desirable, for example. It is desirable to consider as the structure which repeated and carried out the laminating of the multi-unit by making the three-tiered structure of NiFeRh/Ta/NiFe and two or more layer structures, such as NiFe/Cu/NiFe/FeMn, NiFe/Cu/Co/FeMn, Cu/Co/Cu/NiFe, Fe/Cr, Co/Cu, and Co/Ag, into one unit as the above-mentioned multilayer structure, for example. Furthermore, when considering as such multilayer structure, the thickness of a magnetic layer is 5-500A, especially 10-250A. Carrying out is desirable. The thickness of a non-magnetic layer is 5-500A, especially 10-250A. Carrying out is desirable. Especially the number of repeats of the above-mentioned unit has 1 - 20 desirable times 1 to 30 times. And the thickness of the whole magnetoresistance-effect film is 50-1000A, especially 100-600A. It is desirable.

[0078] For MR lead layer 16, it is desirable to be formed by W, Cu, Au, Ag, Ta, Mo, CoPt, etc., and the thickness is 100-5000A, especially 500-3000A. It is desirable.

[0079] the above-mentioned insulator layer 17 -- aluminum 2O3 and SiO2 etc. -- being formed --

desirable -- the thickness -- 50-5000A -- especially -- 100-2000A It is desirable.

[0080] Insulator layers 12, 14, and 17, the magnetoresistance-effect film 15, and MR lead layer 16 can form milling patterning either the above-mentioned lift-off method or the method among each class which constitutes a magnetoresistance-effect type thin film head using the resist pattern of this invention mentioned above. On the other hand, the thick lower shield layer 13 of thickness can be formed by the above-mentioned milling patterning method using the resist pattern of this invention mentioned above.

[0081] Moreover, what is necessary is just to use the method of using together the above-mentioned lift-off method and the milling patterning method using the resist pattern of this invention mentioned above, in forming the continuation film of the magnetoresistance-effect film 15 and MR lead layer 16.

[0082] If the resist pattern of this invention is used, it is efficient and, moreover, the above magnetoresistance-effect type thin film heads can be manufactured with the sufficient yield.

[0083]

[Example] Hereafter, the concrete example of this invention is explained.

[0084] In the example explained below, resist AZ5214E (that whose solid-content content it is the resist a basic amine is added as a negative working-ized agent by the positive resist containing the mixture of alkali fusibility phenol resin and naphthoquinonediazide, and using propylene-glycol-monomethyl-ether acetate as a main solvent, and is 28.3%) was used as a picture reversal correspondence positive resist.

[0085] Resist pattern sample No.1-8 shown in the <example 1> table 2 were produced. The production conditions of each sample are shown in Table 1 and 2. The light exposure, the focal position, and RB temperature which change conditions common to all samples with samples in Table 2 are shown in Table 1. It produced each 1000 samples at a time so that it might enter within the limits of each production condition.

[0086]

[Table 1]

表 1

基板	: 表面に A <sub>1</sub> z O <sub>3</sub> 層を設けた A <sub>1</sub> TiC
基板表面処理	: なし
レジスト	: ヘキスト (Hoechst) 社製 AZ5214E
レジスト膜厚	: 約 1.8 μm (プリペーク後)
プリペーク温度、時間	: 95°C、6 分間 (ダイレクトホットプレート)
露光機	: ステッパー (ウルトラテック (Ultratech) 社製、Ultrastep Model 1500) NA = 0.28、焦点位置 (表2に示す) UV: 広域幅 (1線カット)
露光量	: 表2に示す (マスク幅: 2.0 μm)
RB温度	: 表2に示す (ホットプレート)
RB時間	: 5 分間
フラッド露光機	: PLA (パラレルライトアライナー) (キヤノン (Canon) 社製 PLA-501F)
フラッド露光量	: 500 mJ/cm <sup>2</sup>
現像液、温度、時間	: シプレー (Shipley) 社製、マイクロ ポジット デベロッパー (Micro Posit Developer) (: H <sub>2</sub> O = 1 : 1)、23°C、70秒間 (パドル: 水たまり状の現像液に接触させて現像)
リンス液、温度、時間	: 超純水、23°C、60秒間 (パドル)
現像後ペーク	: なし

[0087]

[Table 2]

表 2

サンプル No.	露光量 (mJ/cm <sup>2</sup> )	焦点位置 (μm)	R B 温度 (°C)	α (°)	h (μm)	不良品率 〔外観検査および電磁 変換特性によるもの〕	
						0~5 未満	0~0.01未満*
1 (比較)	100 ~330	-10~-4未満	100 ~118 未満	0~5 未満	0~0.01未満*	40%以上	
2	100 ~330	-4~-1未満	100 ~118 未満	0~5 未満	0.01~0.03 未満	20%以上40%未満	
3	100 ~330	-1~46未満	100 ~118 未満	0~5 未満	0.03~0.1	10%未満	
4	100 ~330	+ 6~-410	100 ~118 未満	0~5 未満	0.1 超~0.2	10%以上 20%未満	
5 (比較)	100 ~330	+10超	100 ~118 未満	2.5超~5 未満	0.3超*	40%以上	
6	330 ~400	-1~46未満	118 ~123 未満	5超~20	0.03~0.1	10%以上 20%未満	
7	330 ~400	+ 6~-410	118 ~123 未満	5超~20	0.1~0.2	10%以上 20%未満	
8 (比較)	500	-10~-4未満	130	20超*	0~0.01未満*	40%以上	

\*)本発明範囲外

[0088] About these samples, Above alpha and h was measured using the Hitachi field emission electron beam formula SEM (Hitachi ULSI highly precise appearance size evaluation equipment S-7000). These results were shown in the above-mentioned table 2. Moreover, when Above W, T, beta, gamma, Hw, and Vw was measured about sample No.3, for about 1.8 micrometers and beta, about 135 degrees and gamma were [ W / about 0.75 micrometers and T / about 2.4 micrometers and Vw/Hw of about 90 degrees and Hw ] about 0.3. In addition, the equivalent result was obtained as a result of performing measurement with the same said of other samples.

[0089] Moreover, the photograph of sample No.3 cross section photoed using Above SEM was shown in drawing 14. The resist pattern of the T section of good contrast is obtained so that this photograph may show. In addition, easy Si substrate (thing in which the aluminum2 O3 layer was formed on the front face) of cutting was used for formation of the resist pattern shown in drawing 14.

[0090] Moreover, each above-mentioned sample is aluminum 2O3 (although the substrate itself is

AlTiC) which is a metallic oxide. a substrate front face -- aluminum 2O3 it is, although formed upwards Fe-nickel which is nickel, Cr, Ta, and the alloy which are a metal about a substrate front face, Fe-nickel-Co and LiNbO<sub>3</sub> which is a compound metallic oxide The place which carried out and formed the resist pattern like above-mentioned sample No.3 except this, It was checked that a value almost equivalent to the value of alpha of Table 2 and h is acquired, and the resist pattern of the T section of good contrast is obtained also in this case.

[0091] The following experiments were conducted in order to investigate the effect when performing milling patterning using the resist pattern of each sample.

[0092] It is aluminum 2O3 to a front face. On the front face of the AlTiC substrate which has a film, NiFe of 0.06 micrometers of thickness was uniformly formed by the spatter. Subsequently, it produced the 1000 magnetoresistance-effect type thin film magnetic heads at a time about each sample using the lift-off method (the following was carried out about conditions), the milling patterning method (the following was carried out about ion milling conditions), and the using [ together ] method (the following was carried out about conditions) which make a mask pattern the resist pattern of above-mentioned sample No.1-8, respectively. The lamination of these magnetic heads shall be shown in drawing 13 .

[0093] lift-off condition organic-solvent: -- acetone organic-solvent immersing time: -- for 30 minutes -- [0094] kind [ of ion milling condition ion ]: -- Ar<sup>+</sup> gas pressure: -- 1.5x10<sup>-1</sup>Torr acceleration voltage: -- 300V acceleration current: -- 250mA milling angle: -- 90 degrees (as opposed to a substrate front face)

Time: 8 minutes [0095] Combined use with the using [ together ] method condition above-mentioned ion milling conditions and lift-off conditions [0096] the obtained magnetoresistance-effect type thin film magnetic head -- visual inspection and electromagnetism -- the rate of a defective based on the transfer characteristic was investigated The result was shown in the above-mentioned table 2. The magnetic head by which alpha and h were produced from the above-mentioned table 2 using this invention sample in the predetermined range is understood that the rate of a defective is remarkably low.

[0097] In addition, on the occasion of production of these magnetic heads, the shield layer was formed by the milling patterning method among each class shown in drawing 13 , and the continuation film of a magnetoresistance-effect film and the electrode layer for magnetoresistance-effect films was formed by the using [ together ] method. However, the equivalent result was obtained, even when a magnetoresistance-effect film was formed by the milling patterning method and the electrode layer for magnetoresistance-effect films was formed by the lift-off method.

[0098] The resist pattern sample was produced on the conditions shown in the <example 2> following table 3.

[0099]

[Table 3]

表 3

基板	: 表面にAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層を設けたSi
基板表面処理	: なし
レジスト	: ヘキスト (Hoechst)社製AZ5206E
レジスト膜厚	: 約0.7μm (プリベーク後)
プリベーク温度、時間	: 95°C、6分間 (ダイレクトホットプレート)
露光機	: ステッパー (キヤノン(Canon)社製、FPA-3000i4) NA=0.45、焦点位置=±0.00μm UV: i線
露光量	: 50mJ/cm <sup>2</sup> (マスク幅: 0.55μm)
RB温度	: 113°C (ホットプレート)
RB時間	: 3分間
フラッド露光機	: PLA (パラレルライトアライナー) (キヤノン(Canon)社製PLA-501F)
フラッド露光量	: 200mJ/cm <sup>2</sup>
現像液、温度、時間	: シプレー(Shipley)社製、マイクロポジット デベロッパ (Micro Posit Developer) (40%水溶液)、23°C、50秒間 (パドル: 水たまり状に現像液を接触させて現像)
rins液、温度、時間	: 超純水、23°C、60秒間 (パドル)
現像後ペーク	: なし

[0100] the place which measured the cross section of this sample by Above SEM like the example 1 -- alpha -- about 0 degree and h -- for about 0.5 micrometers and beta, about 80 degrees and gamma were [ about 0.02 micrometers and W / about 0.26 micrometers and T / about 0.65 micrometers and Vw/Hw of about 70 degrees and Hw ] about 0.21

[0101] The SEM photograph of this sample is shown in drawing 15.

[0102] The following experiments were conducted in order to investigate the effect when performing membranous patterning using this resist pattern sample.

[0103] It is aluminum 2O<sub>3</sub> to a front face. On the front face of the AlTiC substrate which has a film, the magnetoresistance-effect film (MR film) of multilayer structure was formed by the spatter. Composition and thickness of MR film are NiFeRh/Ta/NiFe/Ta=130/100/200/50 (A).

It carried out. Subsequently, the above-mentioned resist pattern sample was prepared as resist covering on MR film, and patterning was performed by the milling method. Then, without removing resist covering, the electrode layer for magnetoresistance-effect films of multilayer structure (MR lead layer) was formed by the lift-off method, and the continuation film of MR film and MR lead layer was obtained. Composition and thickness of MR lead layer are TiW/CoPt/TiW/Ta=100/500/100/1000 (A). It carried out. The photograph of this continuation film by Above SEM is shown in drawing 16. In this continuation film, the width of face (width of recording track at the time of applying to the magnetic head) of MR film was 0.36 micrometers.

[0104] When the 1000 magnetoresistance-effect type thin film magnetic heads were produced like this method and the rate of a defective was investigated like the example 1, it was 10% or less. According to this invention, this result shows that it is stabilized and the magnetoresistance-effect type thin film magnetic head of the \*\* width of recording track can be manufactured.

[0105]

[Effect of the Invention]

(A) An one-layer resist can also form now easily the resist pattern with which the cross section has T form with contrast by controlling conventionally the conditions of patterning process in which only the reverse trapezoid was obtained, according to this invention.

[0106] (B) The width of face of the T section of a resist pattern, the width of face (Vw in drawing 1) of a substrate grounding portion, the width of face (W in drawing 1) of the vena contracta in a substrate

grounding portion, and vena-contracta height are controllable in a certain amount of range with sufficient repeatability.

[0107] (C) when making into the mask pattern at the time of a lift off or dry etching the resist pattern of the T section which carried out patterning according to this invention, since the cross-section configuration of a mask pattern can be optimized according to thickness, its patterning width of face, etc. of a patterning-ed film, the yield which it is in the case of a lift off or dry etching improves according to the effect of the aforementioned (B) term

[0108] (D) The width of face of a resist pattern cross section is 1 micrometer. The following patterns can also be formed. Thereby, width of face is 1 micrometer. Formation of the following lift-off patterns and a dry etching pattern can be performed.

[0109] (E) Since the resist pattern with which the cross section carried out T form is obtained and it is not necessary to use an expensive facility of an excimer laser etc. by exposure by ultraviolet rays, an installation cost is cheap and ends.

[0110] (F) Although there was need, such as doing the exposure work and the wet development work which need the alignment of a mask two or more times, and it was very complicated in order to form the resist pattern of the T section conventionally, in this invention, since exposure work and development work can be managed at once, respectively, patterning work becomes easy, and shortening of working hours can be aimed at.

[0111] (G) According to the effect of the aforementioned (E) term and the (F) term, a lift-off pattern and a dry etching pattern can be formed cheaply.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is characterized by providing the following. It is a resist pattern homogeneous on the real target formed using the resist agent by which the negative working-ized agent was added by the positive resist containing the mixture of alkali fusibility phenol resin and naphthoquinonediazide, and the picture inverting function was given to it. a cross-section configuration It is T configuration equipped with the vertical bar portion which is prolonged upwards from a substrate front face and constitutes the vertical bar section of T form substantially, and the horizontal bar portion which is horizontally prolonged where an interval is kept to a substrate front face succeeding this vertical bar portion, and constitutes the horizontal bar section of T form substantially, and is the aforementioned cross-section configuration. The intersection Wo of the perpendicular and substrate front face which set the minimum value of the angles on the tangent of the bottom edge of a horizontal bar portion, and the front face of a substrate to make to alpha, and were taken down from the horizontal bar partial outermost side edge to the substrate front face When the interval of the bottom edge of a horizontal bar portion and substrate front face in the mid-position with the point Wi that the vertical bar partial side edge and substrate front face by the side of the aforementioned outermost side edge touch is set to h, Within the limits surrounded with the quadrilateral which connected with this order four points alpha and whose h are A:alpha = 0 degree and h= 0.3 micrometers in the h-alpha graph 0 degree and h= 0.01 micrometers (on the side) B:alpha = 20 degrees and h= 0.01 micrometers C:alpha = 20 degrees and h= 0.2 micrometers D:alpha=

[Claim 2] It sets in the aforementioned h-alpha graph, and alpha and h are A:alpha =0 degree and h= 0.01 micrometers. X:alpha = 5 degrees and h= 0.01 micrometers Y:alpha = 5 degrees and h= 0.15 micrometers Z:alpha = resist pattern of the T section of the claim 1 which exists within limits (a side top is included) surrounded with the quadrilateral which connected with this order four points which are 0 degree and h= 0.15 micrometers.

[Claim 3] It sets in the aforementioned h-alpha graph, and alpha and h are A:alpha =0 degree and h= 0.01 micrometers. X:alpha = 5 degrees and h= 0.01 micrometers G:alpha = 5 degrees and h= 0.1 micrometers H:alpha = resist pattern of the T section of the claim 1 which exists within limits (a side top is included) surrounded with the quadrilateral which connected with this order four points which are 0 degree and h= 0.1 micrometers.

[Claim 4] The resist pattern of one T section of the claims 1-3 which are W= 0.03-3 micrometers when distance with the point Wi that the intersection Wo of the perpendicular and substrate front face which were taken down from the horizontal bar partial outermost side edge to the substrate front face, and the vertical bar partial side edge and substrate front face by the side of the aforementioned outermost side edge touch is set to W.

[Claim 5] The resist pattern of one T section of the claims 1-4 which are Hw=0.1-7micrometers when the maximum width of the aforementioned horizontal bar portion is set to Hw.

[Claim 6] The resist pattern of the T section of the claim 5 which is Vw/Hw=0.1-0.995 when the aforementioned vertical bar portion sets width of face of the field adjacent to the substrate front face to Vw.

[Claim 7] The resist pattern of one T section of the claims 1-6 with which a front face is formed on the front face of the substrate which consists of a metallic material or ceramic material.

[Claim 8] The resist agent by which the negative working-ized agent was added by the positive resist containing the mixture of alkali fusibility phenol resin and naphthoquinonediazide, and the picture inverting function was given to it is used. In the bottom of the condition from which the resist pattern of a reverse trapezoidal shape is obtained for a cross section in case a resist pattern is manufactured by patterning process in which it has each stage of formation of a resist paint film, exposure, reversal BEKU, and development in this order By adding at least one sort of condition change chosen from reduction of resist paint film thickness, reduction of light exposure, low-temperature-izing of reversal baking temperature, shortening of reversal BEKU time, elevated-temperature-izing of developer temperature, and extension of a developing time The manufacture method of the resist pattern of the T section whose manufacture of the resist pattern which is T configuration a cross section enables.

[Claim 9] the time of displaying as plus the direction which considers as minus the direction which approaches a substrate on the basis of a resist paint film front face in the focal position at the time of exposing to a resist paint film, and keeps away from a substrate -- the aforementioned focal position -1- +10 micrometers it is -- the manufacture method of the resist pattern of the T section of a claim 8

[Claim 10] The manufacture method of the resist pattern of the T section of the claims 8 or 9 which perform reversal BEKU for [ for / 30 seconds / - ] 13 minutes at the temperature of 100-123 degrees C.

[Claim 11] The manufacture method of the resist pattern of one T section of the claims 8-10 which manufacture the resist pattern of one T section of the claims 1-7.

[Claim 12] The magnetoresistance-effect type thin film in which at least one layer in the electrode layer for a magnetoresistance-effect film and magnetoresistance-effect films is formed by the lift-off method using the resist pattern of one T section of the claims 1-7 as resist covering.

[Claim 13] The magnetoresistance-effect type thin film in which at least one layer of the electrode layer for a magnetoresistance-effect film and magnetoresistance-effect films and a shield film is formed by the milling patterning method using the resist pattern of one T section of the claims 1-7 as resist covering.

[Claim 14] The magnetoresistance-effect type thin film in which the continuation film of a magnetoresistance-effect film and the electrode layer for magnetoresistance-effect films is formed by the method of using together the milling patterning method and the lift-off method, using the resist pattern of one T section of the claims 1-7 as resist covering.

---

[Translation done.]

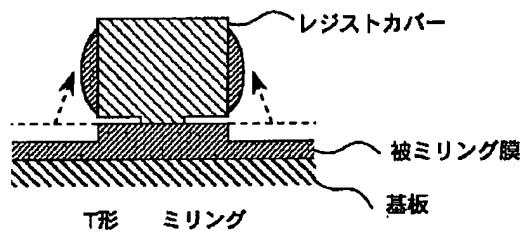
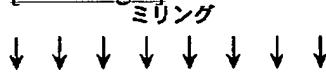
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

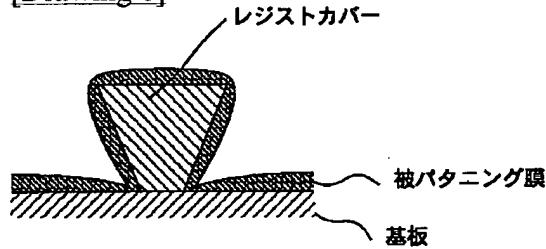
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 4]

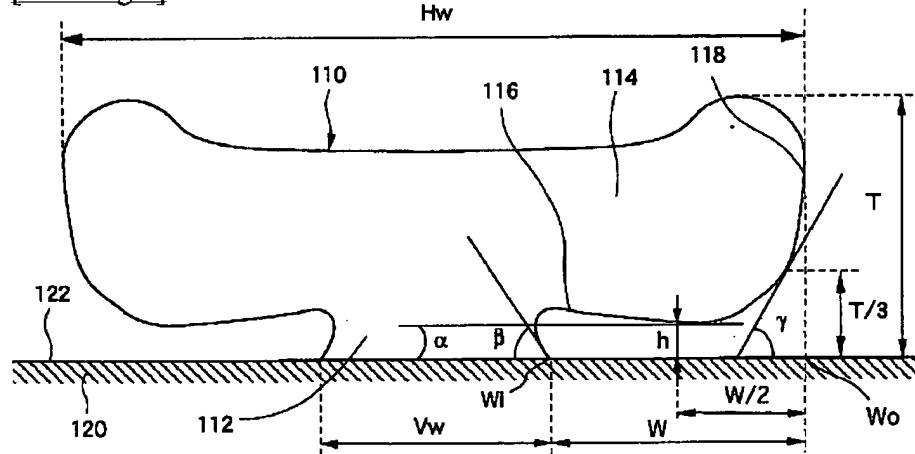


[Drawing 6]

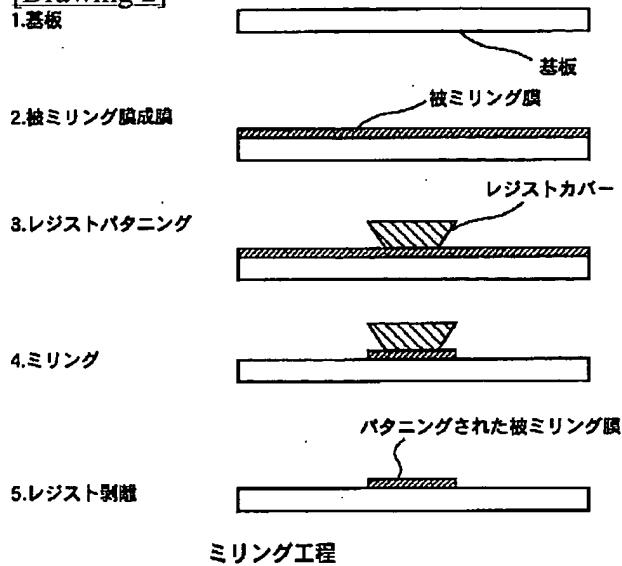


## 逆台形 リフトオフ

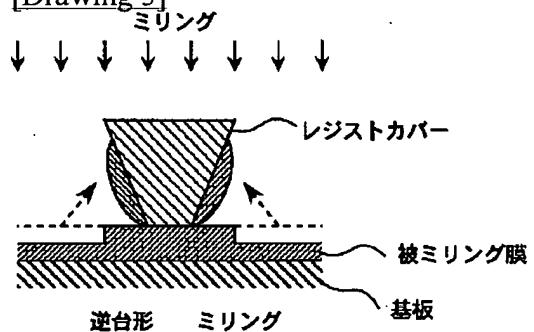
[Drawing 1]



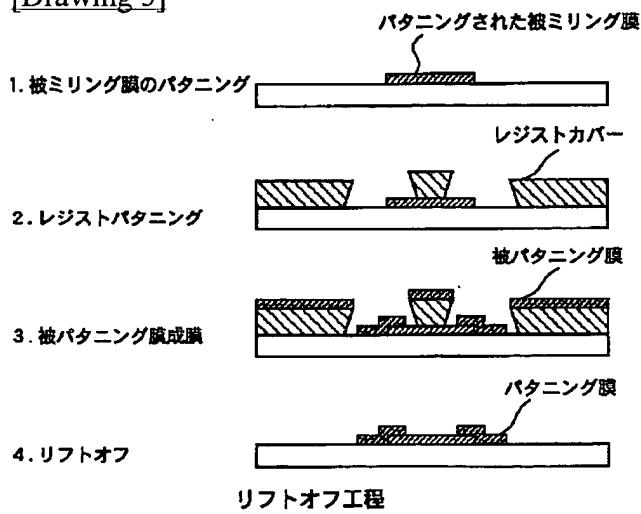
[Drawing 2]



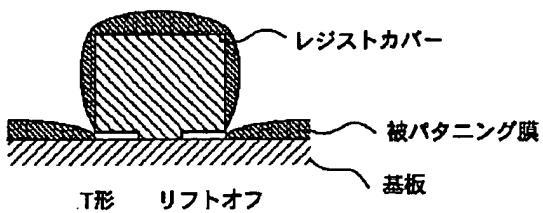
[Drawing 3]



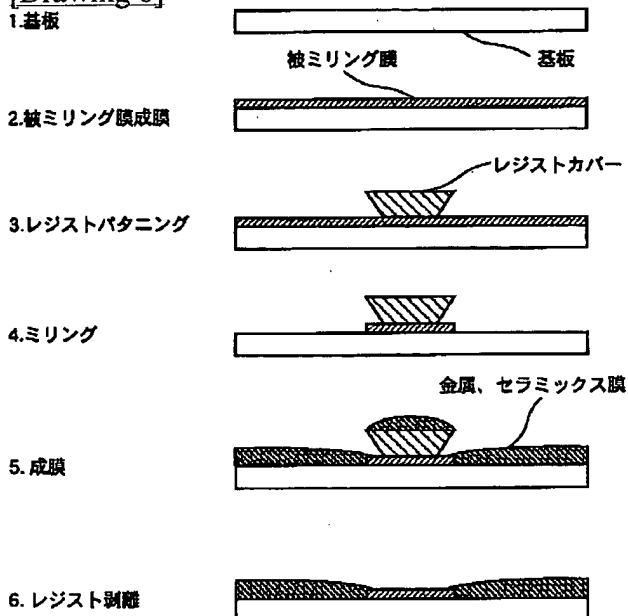
[Drawing 5]



[Drawing 7]

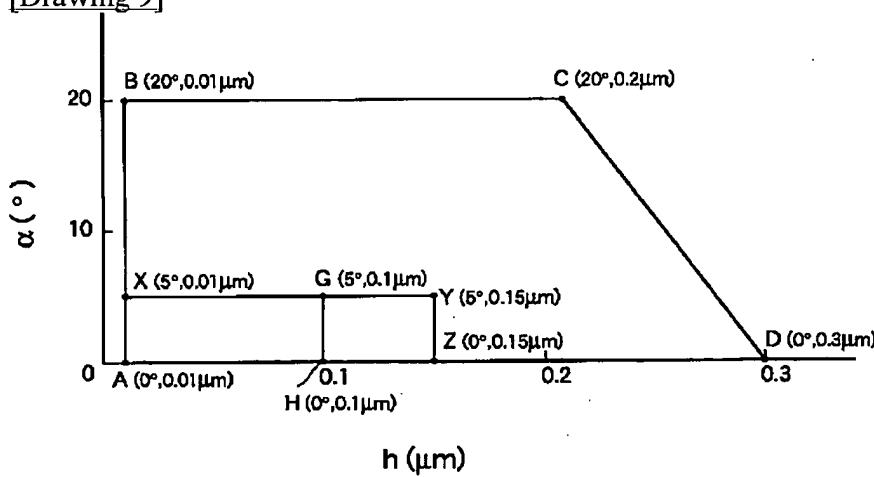


[Drawing 8]

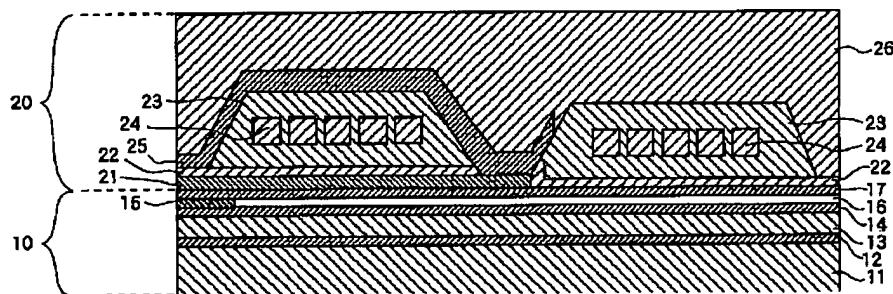


ミリング+リフトオフ工程

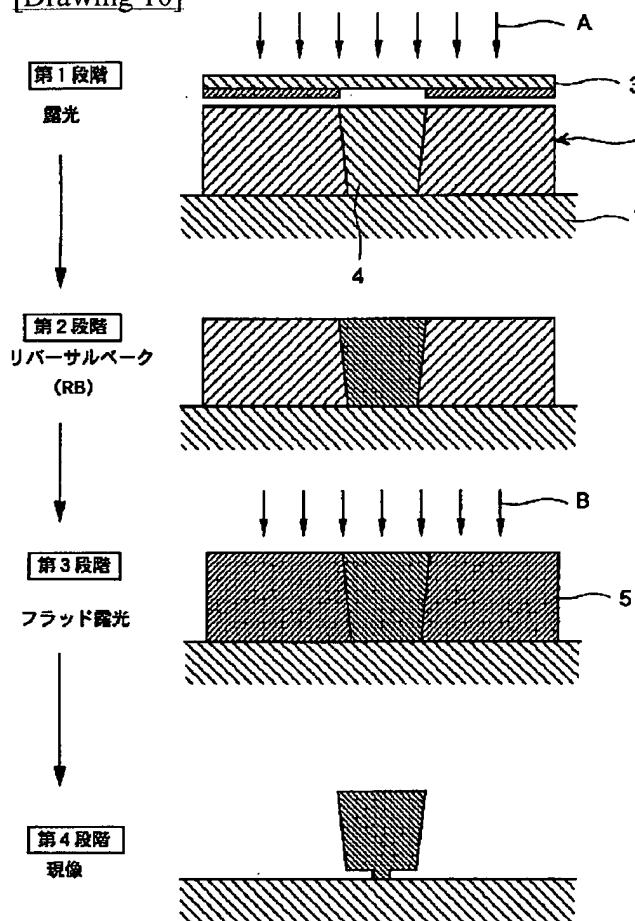
[Drawing 9]



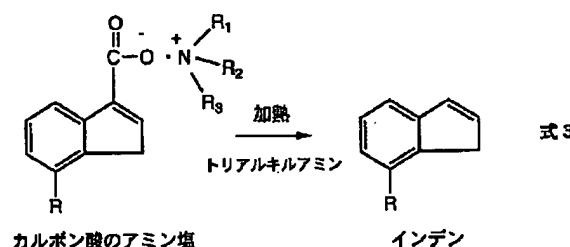
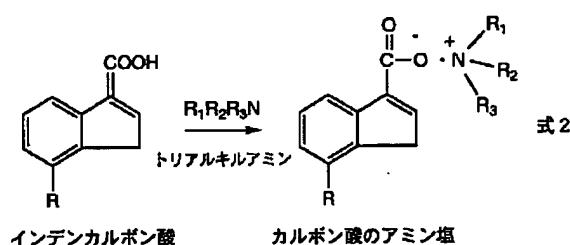
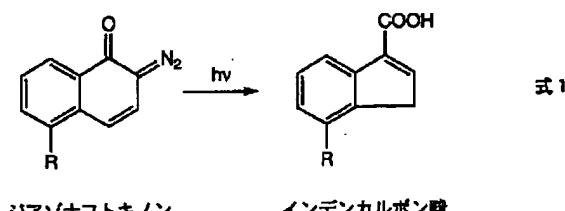
[Drawing 13]



[Drawing 10]

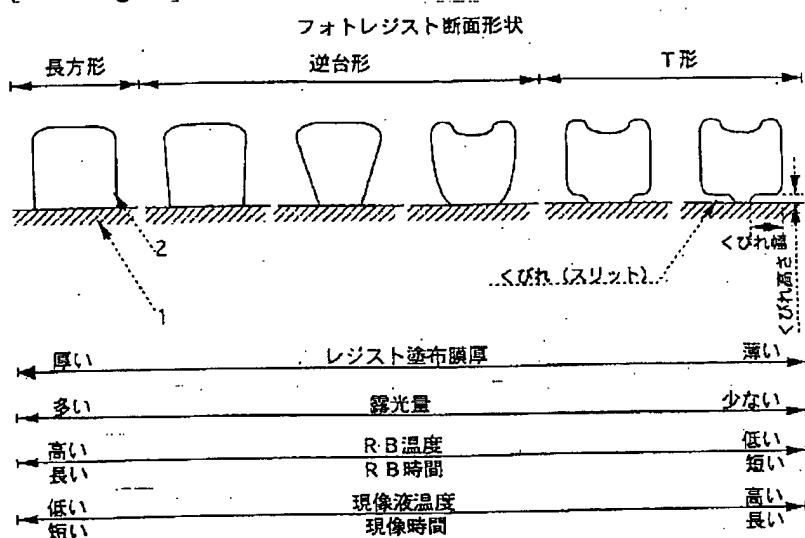


[Drawing 11]



画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程において  
レジスト中で起こる化学反応の例

[Drawing 12]



画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程における他の条件が  
同一のときの各段階の条件がレジストの断面形状に与える影響

[Drawing 14]

図面代用写真



— 1.0  $\mu\text{m}$

[Drawing 15]

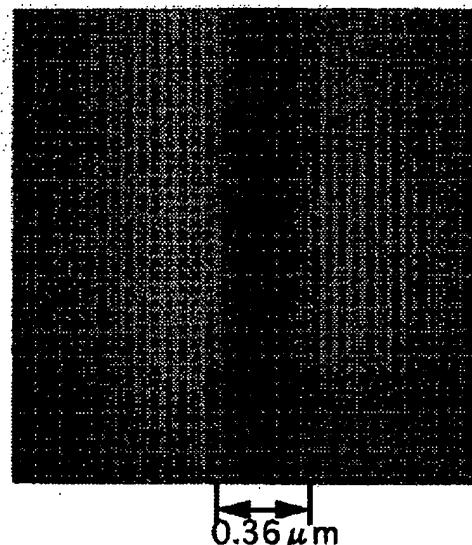
図面代用写真



— 0.4  $\mu\text{m}$

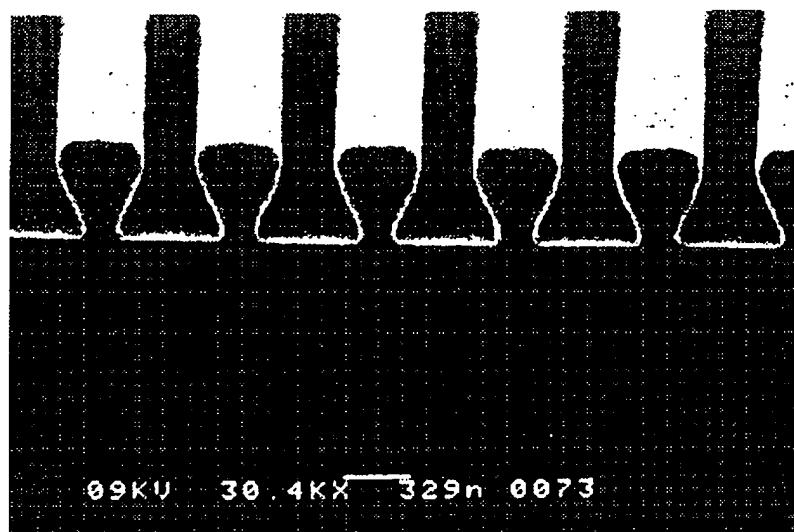
[Drawing 16]

図面代用写真



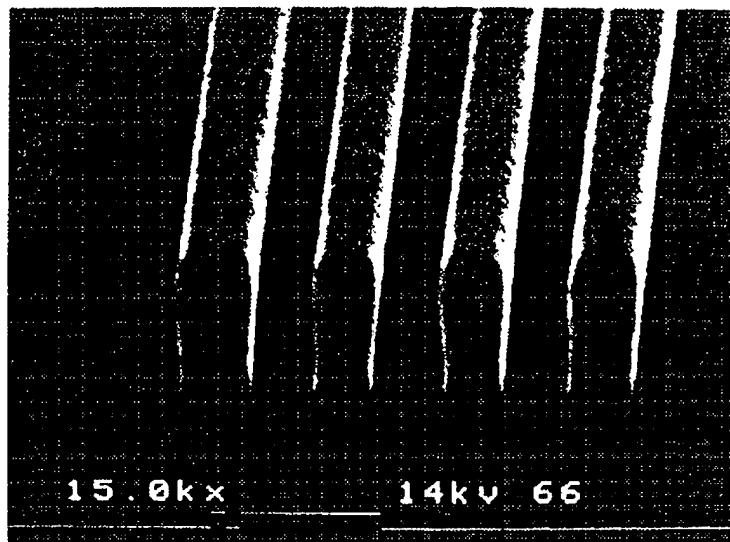
[Drawing 17]

図面代用写真



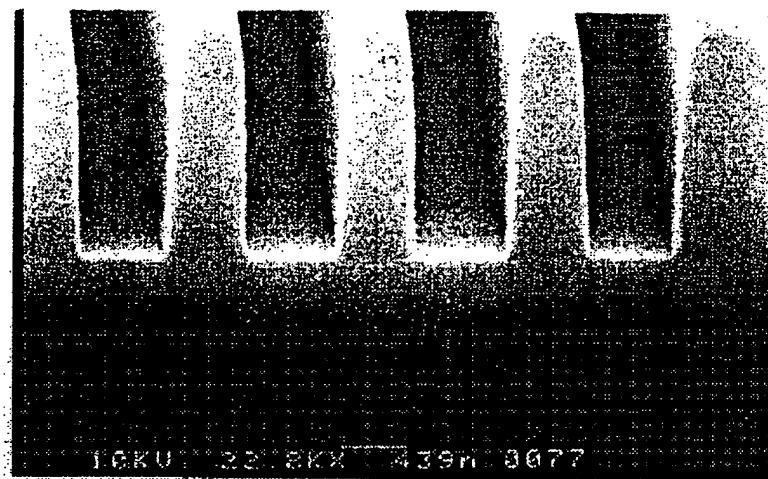
[Drawing 18]

図面代用写真



[Drawing 19]

図面代用写真



[Drawing 20]

図面代用写真



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-96909

(43) 公開日 平成9年(1997)4月8日

(51) Int.Cl <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	P I	技術表示箇所
G 03 F 7/26	5 1 3		G 03 F 7/26	5 1 3
7/022			7/022	
7/20	5 2 1		7/20	5 2 1
7/38	5 1 1		7/38	5 1 1
H 01 L 21/3065			H 01 L 43/08	D C12-14
				審査請求 未請求 請求項の数14 FD (全21頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-215216

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

京京都中央区日本橋1丁目13番1号

(22) 出願日 平成8年(1996)7月26日

(72) 発明者 上島 駿史

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ

ーディーケイ株式会社内

(31) 優先権主張番号 特願平7-209950

(74) 代理人 弁理士 石井 駿一

(32) 優先日 平7(1995)7月26日

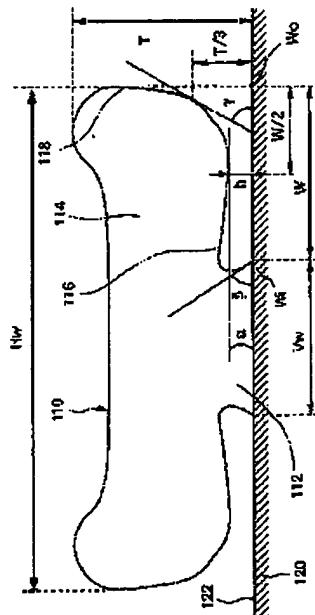
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(54) 【発明の名称】 T形断面のレジストパターンおよびその製造方法ならびに磁気抵抗効果型薄膜素子

## (57) 【要約】

【課題】 磁気抵抗効果型薄膜素子の電極パターン等を形成する際の不良品率を極めて低く抑えるために、良好なコントラストのT形断面を有するレジストパターンを提供する。

【解決手段】 画像反転対応ポジ型レジストを用いて形成された均質なレジストパターンであって、断面110がT形状であり、その構バー部分下縁116の接線と基板表面122とがなす最小角を $\alpha$ とし、構バー部分最外側縁118から下ろした垂線と基板表面との交点 $W_0$ と、構バー部分112側縁と基板表面との接点 $W_1$ との中間での構バー部分下縁116と基板表面との間隔を $h$ としたとき、 $h - \alpha$ グラフにおいて $\alpha$ および $h$ が、A:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0$ ,  $0.1 \mu\text{m}$ , B:  $\alpha = 20^\circ$ ,  $h = 0$ ,  $0.1 \mu\text{m}$ , C:  $\alpha = 20^\circ$ ,  $h = 0$ ,  $2 \mu\text{m}$ , D:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0$ ,  $3 \mu\text{m}$ を通る四辺形内(辺上を含む)に存在する。



(2)

特開平9-96909

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルカリ可溶性フェノール樹脂とナフトキノンシアジドとの混合物を含有するポジ型レジストにネガティブワーキング化剤が添加されて回像反転機能が付与されたレジスト剤を用いて形成された実質的に均質なレジストパターンであり、

断面形状が、基板表面から上に延び実質的にT形の縦バー部を構成する横バー部分と、この横バー部分に追流し基板表面に対して間隔を置いた状態で横に延び実質的にT形の横バー部を構成する横バー部分とを備えるT形状であり、

前記断面形状において、横バー部分下縁の接線と基板表面とのなす角のうちの最小値を $\alpha$ とし、横バー部分最外側縁から基板表面に下ろした垂線と基板表面との交点W<sub>0</sub>と、前記最外側縁側の横バー部分側縁と基板表面とが接する点W<sub>1</sub>との中间位置における横バー部分下縁と基板表面との間隔をhとしたとき、h- $\alpha$ グラフにおいて $\alpha$ およびhが

A:  $\alpha = 0^\circ$ , h = 0.01 μm,

B:  $\alpha = 20^\circ$ , h = 0.01 μm,

C:  $\alpha = 20^\circ$ , h = 0.2 μm,

D:  $\alpha = 0^\circ$ , h = 0.3 μm

の4点をこの順で結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在するT形断面のレジストパターン。

【請求項2】 前記h- $\alpha$ グラフにおいて $\alpha$ およびhが

A:  $\alpha = 0^\circ$ , h = 0.01 μm,

X:  $\alpha = 5^\circ$ , h = 0.01 μm,

Y:  $\alpha = 5^\circ$ , h = 0.15 μm,

Z:  $\alpha = 0^\circ$ , h = 0.15 μm

の4点をこの順で結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在する請求項1のT形断面のレジストパターン。

【請求項3】 前記h- $\alpha$ グラフにおいて $\alpha$ およびhが

A:  $\alpha = 0^\circ$ , h = 0.01 μm,

X:  $\alpha = 5^\circ$ , h = 0.01 μm,

G:  $\alpha = 5^\circ$ , h = 0.1 μm,

H:  $\alpha = 0^\circ$ , h = 0.1 μm

の4点をこの順で結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在する請求項1のT形断面のレジストパターン。

【請求項4】 横バー部分最外側縁から基板表面に下ろした垂線と基板表面との交点W<sub>0</sub>と、前記最外側縁側の縦バー部分側縁と基板表面とが接する点W<sub>1</sub>との距離をWとしたとき、

W = 0.03 ~ 3 μm

である請求項1~3のいずれかのT形断面のレジストパターン。

【請求項5】 前記横バー部分の最大幅をHwとしたとき、

Hw = 0.1 ~ 7 μm

2

である請求項1~4のいずれかのT形断面のレジストパターン。

【請求項6】 前記縦バー部分が基板表面と接している領域の幅をVwとしたとき、

Vw/Hw = 0.1 ~ 0.995

である請求項1のT形断面のレジストパターン。

【請求項7】 表面が金属材料またはセラミックス材料から構成される基板の表面上に形成されたものである請求項1~6のいずれかのT形断面のレジストパターン。

【請求項8】 アルカリ可溶性フェノール樹脂とナフトキノンシアジドとの混合物を含有するポジ型レジストにネガティブワーキング化剤が添加されて回像反転機能が付与されたレジスト剤を用い、レジスト塗膜の形成、露光、リバーサルペークおよび現像の各段階をこの順で有するバタニング過程によりレジストパターンを製造する際に、

断面が逆台形状のレジストパターンが得られる条件下において、レジスト塗膜厚さの減少、露光量の減少、リバーサルペーク温度の低温化、リバーサルペーク時間の短縮、現像液温度の高温化および現像時間の延長から選択される少なくとも1種の条件変更を加えることにより、断面がT形状であるレジストパターンを製造可能とするT形断面のレジストパターンの製造方法。

【請求項9】 レジスト塗膜へ露光する際の焦点位置を、レジスト塗膜表面を基準として基板に近寄る方向をマイナスとし基板から遠ざかる方向をプラスとして表示したとき、前記焦点位置が-1 ~ +10 μm である請求項8のT形断面のレジストパターンの製造方法。

【請求項10】 リバーサルペークを100 ~ 123°Cの温度で30秒間~13分間行う請求項8または9のT形断面のレジストパターンの製造方法。

【請求項11】 請求項1~7のいずれかのT形断面のレジストパターンを製造する請求項8~10のいずれかのT形断面のレジストパターンの製造方法。

【請求項12】 請求項1~7のいずれかのT形断面のレジストパターンをレジストカバーとして用いたリフトオフ法により、磁気抵抗効果膜、磁気抵抗効果膜用電極膜およびシールド膜の少なくとも1層が形成されたものである磁気抵抗効果型薄膜素子。

【請求項13】 請求項1~7のいずれかのT形断面のレジストパターンをレジストカバーとして用いたミリングバタニング法により、磁気抵抗効果膜、磁気抵抗効果膜用電極膜およびシールド膜の少なくとも1層が形成されたものである磁気抵抗効果型薄膜素子。

【請求項14】 請求項1~7のいずれかのT形断面のレジストパターンをレジストカバーとして用い、ミリングバタニング法とリフトオフ法との併用法により、磁気抵抗効果膜と磁気抵抗効果膜用電極膜との連続膜が形成されたものである磁気抵抗効果型薄膜素子。

50 【発明の詳細な説明】

(3)

特開平9-96909

3

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、T形断面のレジストパターンおよびその製造方法と、磁気抵抗効果膜、磁気抵抗効果膜用電極膜およびシールド膜の少なくとも1層が前記レジストパターンを用いて形成されたものである磁気抵抗効果型薄膜素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、断面形状が逆台形もしくはT形を示すレジストパターンの形成方法としては、下記に示す方法が知られている。

## 【0003】(A) 断面が逆台形で、かつ單一のレジストから構成されるパターンを形成する方法

## (a) 1層のネガ型レジストを使用する方法

(i) ネガ型レジストを、紫外線露光により露光量を低めにする以外は通常の方法で露光しパタニングを行う方法(特開昭61-136226号公報参照)。

## 【0004】(b) 1層のポジ型レジストを使用する方法

(i) ブリペーク、ポストペーク時に、レジストの基板側を表面側よりも低温度にする方法。ブリペークに関しては、特開昭54-72678号公報に、ポストペークに関しては、特開平3-101218号公報にそれぞれ記載されている。

(ii) ポジ型の電子線用レジスト膜に対して遠紫外線で露光する方法(特開平1-50423号公報参照)。

(iii) ノボラック型レジストを塗布後、露光前に高真空中に保持する方法(特開平3-257817号公報参照)。

(iv) 透明基板上に塗布したレジストの表裏両側から紫外線露光を行う方法(特開平5-37275号公報参照)。

(v) 電子線ビームでポジ型レジストを露光するとき、一旦、パターン部と非パターン部とを作製し、これらの上に保護膜を形成し、この保護膜を利用して非パターン部を除去して、露光時間を短縮する方法(特開昭51-147261号公報参照)。

(vi) レジストのポリマー自体の紫外線吸収係数、またはレジストへの架橋剤の添加量を所定値にする方法(特開昭58-16527号公報参照)。

(vii) 露光光を吸収する染料で着色したフォトレジストを基板上に塗布し、ついで溶剤に浸して、レジスト中の厚み方向の着色濃度分布を制御する方法(特開平1-284851号公報参照)。

## 【0005】(c) 画像反転機能を付与したポジ型レジスト(1層)を使用する方法

(i) レジストとしてHoechst社製AZ5200Eシリーズを用いる方法

このレジストを用いることにより、逆台形形状の断面を有するパターンが作製できることが知られている(AZ5200Eシリーズカタログ、M.ボルゼン、「ポジ

4

型ホトレジストの画像反転によるサブミクロン加工技術」、電子材料、6、1(1986)、およびM.Spac et al, "Mechanism and lithographic evaluation of image reversal in AZ5214 photoresist.", Proc. of conference on photopolymers principle processing and materials, Ellenville (1985)。このレジストは、アルカリ可溶性フェノール樹脂とナフトキノンジアシドとの混合物であるポジ型レジストに塩基性アミンなどのネガティブワーキング化剤を添加することにより画像反転機能を付与したものである。

## 【0006】(B) 断面がT形のパターンを形成する方法

## (a) 1層レジストを使用する方法

(i) 飛程の異なる2種類の電子ビームを用いてネガ型レジストを感光する方法(特開昭62-105423号公報参照)。ただし、同公報では、リソフして乾燥した後の収縮により、断面T字状のパターンが断面長方形状のパターンに変化している。

## 【0007】(b) 2層レジストを使用する方法

20 (i) 2層構造のポジ型レジストに対し、所定パターン形状に対応した所定照射量による露光と同パターン形状中心部への所定照射量による露光との、適切な照射量での2重露光を行う方法(特開昭62-141548号公報参照)。

(ii) 分離層を介して積層された上下2層の電子ビームレジストに、同時に所定のパターンを露光する方法(特開昭63-55208号公報参照)。

(iii) 第1のフォトレジスト膜表面に第2のフォトレジスト膜の現像処理に耐性をもつ変成層を形成する方法

30 (特開平2-65139号公報参照)。

(iv) 2層構造のレジスト膜を剥離し、下層レジスト上面のパターン開口部を上層レジスト下面の開口部よりも大きくする方法(特開平2-208934号公報参照)。

【0008】以上、種々の従来例を説明したが、その多くがレジストパターンの断面形状が逆台形であり、また、T形断面と認められる場合であっても、レジストを2層用いる必要があったり露光を2回する必要があったりなどして、形成が非常に困難であり現実性が伴わないものであった。

40 【0009】ところで、基板上に逆台形等を形成する方法としては、リフトオフ法、ミリングパタニング法およびこれらの併用法がある。以下にこれらの方法の概要と断面T字形のレジスト形状が望ましい理由とを述べる。

## 【0010】ミリングパタニング法

イオンミリングを用いたパターン形成方法の一例を、図2に示す。この方法では、まず、基板全面に被ミリング膜を形成する。次いで、被ミリング膜の表面にレジスト層を形成し、これをパタニングしてレジストカバーとし、このレジストカバーをマスクとして被ミリング膜を

(4)

特開平9-96909

5

イオンミリングする。その後、レジストカバーを有機溶剤による溶解やアッティングなどにより取り除き、バタニングされた被ミリング膜を得る。

【0011】従来例のようにレジストカバーの断面形状が長方形もしくは逆台形の場合、イオンミリング法を用いて被ミリング膜をエッティングする際に、被ミリング膜から飛散した粒子がレジストカバー側壁に付着して成長し、被ミリング膜の表面にまで達する、すなわち、被ミリング膜に再付着することがある（図3参照）。このため、レジストカバーを取り除いたとき、再付着した部分が被ミリング膜の表面に微小突起として残ってしまうといふことがあった。

【0012】レジストカバーの断面形状がT形の場合でも、エッティングの際に被ミリング膜からの飛散粒子がレジストカバーに付着するが、T形の場合にはレジストカバー下部がくびれているため、くびれ部分の高さが十分であれば、付着層が被ミリング膜の表面と連続するよう成長することはない（図4参照）。このため、レジストカバーを取り除いたときに付着層もレジストカバーとともに取り除かれ、再付着部分が被ミリング膜の表面に残ることなく良好にバタニングされた被ミリング膜が得られる。

#### 【0013】リフトオフ法

次に、リフトオフ法について説明するが、ここでは、上記のバタニングされた被ミリング膜の上にリフトオフ法によりバタニングされた膜を形成する場合について説明する。この方法は、例えば、磁気抵抗効果膜の上にリード層を形成する一連の工程などに用いられる。

【0014】このリフトオフ法の一例を図5に示す。図5に示す方法では、まず、バタニングされた被ミリング膜を表面に有する基板を用意し、この基板上にレジスト層を形成した後、バタニングすることにより、図示するようなレジストカバーを形成する。次いで、レジストカバーを含む基板表面全面に、金属層やセラミックスなどの被バタニング膜を成膜する。次いで、レジストを溶解可能な有機溶媒中にて、被バタニング膜のうちレジストカバー上に存在する領域をレジストカバーとともに取り除き、バタニング膜を得る。

【0015】このプロセスでは、有機溶媒が十分にレジストカバー中に浸透しなくてはならない。しかしながら、従来例のようにレジストカバーの断面形状が逆台形の場合、被バタニング膜を成膜する際に、図6に示したように被バタニング膜がレジストカバー側壁にも付着してレジストカバーを覆ってしまう。このため、有機溶媒が十分にレジストカバー中に浸透することができず、レジストカバーを取り除くことができなくなることがあった。

【0016】一方、レジストカバーの断面形状がT形の場合、図7に示したように、レジストカバー下部のくびれ部分（ひさし部分の下側）の高さが被バタニング膜の

5

厚さ未満であれば、被バタニング膜を成膜する際にレジストカバーひさし部分の上面とその側壁とには成膜されるが、くびれ部分はひさし部分の陰となるため、くびれ部分には成膜されない。したがって、成膜した膜がレジストカバーを完全に覆ってしまうことはなく、くびれ部分から有機溶媒がレジストカバー中に浸透し、レジストカバーとともにその上に成膜された膜を確実に取り除くことができる。

#### 【0017】ミリングバタニング法とリフトオフ法との併用法

この併用法の一例を図8に示す。この方法では、まず、基板表面の全面に被ミリング膜を形成した後、レジスト層を形成し、このレジスト層をバタニングしてレジストカバーとする。図示例では、断面が逆台形のレジストカバーを形成している。次いで、イオンミリング法により被ミリング膜をバタニングした後、レジストカバーを取り除くことなく、そのレジストカバーをそのままリフトオフ法のレジストカバーとして使用して、金属やセラミックスなどを成膜する。次いで、レジストカバーを有機溶剤で溶解させることにより、レジストカバーとともにその上に存在する金属やセラミックスなどの膜を取り除く。このような工程により、基板表面には、イオンミリング法によりバタニングされた被ミリング膜と、リフトオフ法によりバタニングされた金属やセラミックスなどの膜との連続膜が形成される。

【0018】この併用法において、従来例のようにレジストカバーの断面形状が長方形もしくは逆台形の場合、先に述べた理由により、前記連続膜のイオンミリング法によりバタニングされた膜とリフトオフ法によりバタニングされた膜との境界に微小突起が残ってしまうことがある。また、レジストカバーを取り除くことができない場合もある。

【0019】レジストカバーの断面形状がT形の場合、先に述べた理由により上記のような問題は発生せずに、イオンミリング法によりバタニングされた膜とリフトオフ法によりバタニングされた膜との良好な連続膜を得ることができる。

#### 【0020】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術では、1層レジストにより断面が逆台形のレジストパターンは得られるものの、T形断面のレジストパターンを形成しようとした場合、良好なコントラストのあるT形断面は得られなかった。例えば、1層レジストでは、図17～20に示されるように、断面が逆台形のレジストパターンしか得られない（いずれもA25200Eカタログより）。バタニングの際の露光光は、図17がエキシマレーザーであり、図18がi線であり、図19がg線であり、図20がi線、g線およびh線を含む広帯域光であるが、いずれの露光光を用いた場合でも断面がT形とはなっていない。

(5)

特開平9-96909

7

【0021】一方、従来の技術で、2層レジストにより断面がT形をしているレジストパターンを形成しようとした場合、非常に手間がかかる上、レジスト界面においてレジスト間のミキシングが起こり、良好なコントラストのあるT形は得られなかつた。

【0022】このように、従来においては良好なコントラストのT形断面のレジストパターンは得られておらず、したがつて、この従来のT形断面のレジストパターンを用いて遮光抵抗型露膜素子の遮光抵抗効果露用電極パターン等を形成した場合、必要な電極パターン以外の部分に電極材料が残存してしまうことが多く、製品の不良品率が高かつた。

【0023】本発明の目的は、遮光抵抗型露膜素子の電極パターン等を形成する際の不良品率を極めて低く抑えるために、良好なコントラストのT形断面を有するレジストパターンを提供することであり、また、このレジストパターンを用いて電極パターン等が形成された遮光抵抗型露膜素子を提供することである。

#### 【0024】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)～(14)のいずれかの構成により達成される。

(1) アルカリ可溶性フェノール樹脂とナフトキノンジアジドとの混合物を含有するポジ型レジストにネガティブワーキング化剤が添加されて画像反転機能が付与されたレジスト剤を用いて形成された実質的に均質なレジストパターンであり、断面形状が、基板表面から上に伸び実質的にT形の縦バー部を構成する縦バー部分と、この縦バー部分に追従し基板表面に対して間隔を置いた状態で横に伸び実質的にT形の横バー部を構成する横バー部分とを備えるT形状であり、前記断面形状において、縦バー部分下縁の垂線と基板表面とのなす角のうちの最小値を $\alpha$ とし、横バー部分最外側縁から基板表面に下ろした垂線と基板表面との交点 $W_0$ と、前記縦バー部分下縁の垂線と基板表面とのなす角のうちの最小値を $\alpha$ とし、横バー部分最外側縁から基板表面に下ろした垂線と基板表面との交点 $W_1$ と、前記縦バー部分下縁の垂線と基板表面とのなす角のうちの最小値を $\alpha$ とし、横バー部分最外側縁から基板表面に下ろした垂線と基板表面との交点 $W_2$ と、前記縦バー部分下縁の垂線と基板表面とのなす角のうちの最小値を $\alpha$ とし、横バー部分最外側縁から基板表面に下ろした垂線と基板表面との交点 $W_3$ との中間位置における縦バー部分下縁と基板表面との間隔を $h$ としたとき、 $h - \alpha$ グラフにおいて $\alpha$ および $h$ が

A:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0, 0.1 \mu\text{m}$ ,

B:  $\alpha = 20^\circ$ ,  $h = 0, 0.1 \mu\text{m}$ ,

C:  $\alpha = 20^\circ$ ,  $h = 0, 2 \mu\text{m}$ ,

D:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0, 3 \mu\text{m}$

の4点をこの順で結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在するT形断面のレジストパターン。

#### (2) 前記 $h - \alpha$ グラフにおいて $\alpha$ および $h$ が

A:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0, 0.1 \mu\text{m}$ ,

X:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0, 0.1 \mu\text{m}$ ,

Y:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0, 1.5 \mu\text{m}$ ,

Z:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0, 1.5 \mu\text{m}$

の4点をこの順で結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在する上記(1)のT形断面のレジストパターン。

8

(3) 前記 $h - \alpha$ グラフにおいて $\alpha$ および $h$ が

A:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0, 0.1 \mu\text{m}$ ,

X:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0, 0.1 \mu\text{m}$ ,

G:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0, 1 \mu\text{m}$ ,

H:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0, 1 \mu\text{m}$

の4点をこの順で結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在する上記(1)のT形断面のレジストパターン。

(4) 縦バー部分最外側縁から基板表面に下ろした垂線と基板表面との交点 $W_0$ と、前記縦バー部分最外側縁から基板表面との交点 $W_1$ と、前記縦バー部分最外側縁から基板表面との交点 $W_2$ と、前記縦バー部分最外側縁から基板表面との交点 $W_3$ との距離を $W$ としたとき、

$W = 0, 0.3 \sim 3 \mu\text{m}$

である上記(1)～(3)のいずれかのT形断面のレジストパターン。

(5) 前記縦バー部分の最大幅を $Hw$ としたとき、

$Hw = 0, 1 \sim 7 \mu\text{m}$

である上記(1)～(4)のいずれかのT形断面のレジストパターン。

(6) 前記縦バー部分が基板表面と接している領域の幅を $Vw$ としたとき、

$Vw/Hw = 0, 1 \sim 0, 995$

である上記(5)のT形断面のレジストパターン。

(7) 表面が金属材料またはセラミックス材料から構成される基板の表面上に形成されたものである上記(1)～(6)のいずれかのT形断面のレジストパターン。

(8) アルカリ可溶性フェノール樹脂とナフトキノンジアジドとの混合物を含有するポジ型レジストにネガティブワーキング化剤が添加されて画像反転機能が付与されたレジスト剤を用い、レジスト塗膜の形成、露光、リバーサルペークおよび現像の各段階をこの順で有するパタ

ニング過程によりレジストパターンを製造する際に、断面が逆台形状のレジストパターンが得られる条件下において、レジスト塗膜厚さの減少、露光量の減少、リバーサルペーク温度の低温化、リバーサルペーク時間の短縮、現像液温度の高温化および現像時間の延長から選択される少なくとも1種の条件変更を加えることにより、断面がT形状であるレジストパターンを製造可能とするT形断面のレジストパターンの製造方法。

(9) レジスト塗膜へ露光する際の焦点位置を、レジスト塗膜表面を基準として基板に近寄る方向をマイナスとし基板から遠ざかる方向をプラスとして表示したとき、前記焦点位置が $-1 \sim +10 \mu\text{m}$ である上記(8)のT形断面のレジストパターンの製造方法。

(10) リバーサルペークを $100 \sim 123^\circ\text{C}$ の温度で30秒間～13分間行う上記(8)または(9)のT形断面のレジストパターンの製造方法。

(11) 上記(1)～(7)のいずれかのT形断面のレジストパターンを製造する上記(8)～(10)のいずれかのT形断面のレジストパターンの製造方法。

(5)

特開平9-96909

9

(12) 上記(1)～(7)のいずれかのT形断面のレジストパターンをレジストカバーとして用いたリフトオフ法により、磁気抵抗効果膜および磁気抵抗効果膜用電極膜のうち少なくとも1層が形成されたものである磁気抵抗効果型薄膜素子。

(13) 上記(1)～(7)のいずれかのT形断面のレジストパターンをレジストカバーとして用いたミリングパタニング法により、磁気抵抗効果膜、磁気抵抗効果膜用電極膜およびシールド膜の少なくとも1層が形成されたものである磁気抵抗効果型薄膜素子。

(14) 上記(1)～(7)のいずれかのT形断面のレジストパターンをレジストカバーとして用い、ミリングパタニング法とリフトオフ法との併用法により、磁気抵抗効果膜と磁気抵抗効果膜用電極膜との連続膜が形成されたものである磁気抵抗効果型薄膜素子。

#### 【0025】

【作用】本発明では、1層レジスト、すなわち、全体が均質であるレジストを利用し、パタニング条件を上記したように制御することにより、T形断面のレジストパターンを表現した。

【0026】本発明のT形断面のレジストパターンは、全体が均質なレジストで形成され、上記(1)および(2)が所定範囲にある高コントラストのT形断面形状をなしているので、これを用いて磁気抵抗効果型薄膜素子の電極パターン等を形成した場合、不良品率を著しく低減することができ、最良の場合には、100%の良品率を実現できる。

【0027】なお、本出願の基礎出願(特願平7-209950号)の前には、1層のレジストを用い、かつ1回の画像露光でT形断面のパターンを形成できた例はないが、本出願の基礎出願の出願後に出版された文献「IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 32 NO.1, JANUARY 1996」の第25～30ページには、T形断面のレジストパターンが記載されている。同文献では、露光量や露光後ペーク(本明細書におけるリバーサルペークに相当)温度の変更により、断面形状や、リフトオフ後に残存する再付着物の量などがどのような影響を受けるかを測定しており、その結果が表3に示されている。ただし、同文献には、露光量やペーク温度の絶対値は記載されておらず、使用したレジストの種類も記載されていない。同文献の表3に記載されているレジストパターンは、露光量として1線カットの広帯域光を用いて形成されたものであり、断面の全幅(W)が3.6μm以上、T形の縦バー部の高さ(H)が0.2μm以上である。なお、露光量の種類は、同文献で使用している露光装置から判断した。

【0028】同文献では、基板としてSiウエハーを用いている。また、同文献の図4には、基板およびレジストパターンの断面の走査型電子顕微鏡写真が記載されているが、この図4を見るかぎり、レジストパターンはS

10

ウエハー表面上に直接形成されていると思われる。しかし、本発明者らの実験によれば、Siウエハー表面上にT形断面のレジストパターンを直接形成することは不可能であった。その具体的な理由としては、本発明で用いるレジストはSiウエハーとの接着性が悪く、かつT形断面のレジストパターンは基板との接触面積が狭く、かつ本発明では好ましくは1線を用いて微細なレジストパターンを作製するので、Siウエハーからレジストパターンが剥離しやすいことが考えられる。このため本発明では、パタニング条件を上記のように制御すると共に、SiやSiO<sub>2</sub>以外の表面を有する基板を用いることにより、微細なT形断面レジストパターンの形成を可能としている。これに対し上記文献には、1線を用いた微細なT形断面レジストパターンについては記載されていない。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0030】本発明のレジストパターンは、画像反転対応ポジ型レジストを後述するような方法でパタニングして形成されたものであり、1層レジストをパタニングしたものなので、実質的に均質である。

【0031】本明細書において画像反転対応ポジ型レジストとは、ポジ型レジストを主剤とし、これにネガティブワーキング化剤が添加されて画像反転機能が付与されたレジスト剤であり、画像露光→加熱(以下、リバーサルペーク(RB))→一様露光(以下、フラッド露光)一現像という一連の工程によりパタニングした場合には、ネガ型レジストと同様に画像露光部分が残るものである。

【0032】本発明では、アルカリ可溶性フェノール樹脂とナフトキノンジアシドとの混合物を含有するポジ型レジストを主剤とし、これにネガティブワーキング化剤を添加した構成の画像反転対応ポジ型レジストを用いる。

【0033】上記アルカリ可溶性フェノール樹脂とは、フェノールホルムアルデヒドノボラック樹脂、クレゾールホルムアルデヒドノボラック樹脂等である。

【0034】上記ナフトキノンジアシド化物とは、少なくとも1つのナフトキノンジアシド基を有する化物で活性光照射によりアルカリ溶液に対する溶解性を増すものである。このような化合物としては、種々の構造の化合物が知られており、特にヒドロキシル化合物の一種や、o-ベンゾーアリーハイドロキシフェニル-ビス-[ナフトキノン-1,2-ジアシド-5-スルホン酸エステル]、2,2'-4,4'-テトラヒドロキシフェニル-テトラ[ナフトキノン-1,2-ジアシド-5-スルホン酸エステル]、2,3,4-トリオキシベンゾフェ

(7)

特開平9-96909

11

ノン-ビス-[ナフトキノン-1, 2-ジアジド-5-スルホン酸エステル]等があり、特に特公昭43-25403号公報に記載されているアセトンとビロガロールの複合物により得られるポリヒドロキシフェニルとナフトキノン-1, 2-ジアジド-5-スルホン酸のエステル等を挙げることができる。

【0035】上記ネガティブワーキング化剤としては、アミン、水酸基を有する芳香族炭化水素、1-ヒドロキシエチル-2-アルキルイミダゾリンまたはシエラックなどが挙げられる。

【0036】上記ネガティブワーキング化剤のアミンとしては、例えはジアルキルアミン、トリアルキルアミン、ヒドロキシアルキル基を有する第二アミンまたは第三アミン(以下、ヒドロキシアルキルアミンといふ)、ジアルキルアミノ芳香族炭化水素、環状ポリアミンをあげることができる。ジアルキルアミンの具体例としては、ジアミルアミン、ジヘプチルアミン、ジデシルアミンなどがあり、トリアミルアミンの具体例としてはトリブチルアミン、トリアミルアミン、トリヘキシリルアミン、トリイソアミルアミンを、ヒドロキシアルキルアミンの具体例としてはジエタノールアミン、N-メチルエタノールアミン、N-メチルジエタノールアミン、ジブロバノールアミン、トリエタノールアミンを、ジアルキルアミノ芳香族炭化水素の具体例としてはジエチルアニリン、ジブロビルアニリンを、環状ポリアミンの具体例としてはヘキサメチレンテトラミンをそれぞれあげることができる。

【0037】また、水酸基を有する芳香族炭化水素としては、エステル化あるいはエーテル化可能な水酸基を1個以上有する芳香族炭化水素を用いることができる。水酸基を有する芳香族炭化水素の例としては、水酸基を有するベンゼン環を有する樹脂およびヒドロキシベンゼン化合物があり、水酸基を有するベンゼン環を有する樹脂の具体例としては、フェノールホルムアルデヒドノボラック樹脂、クレゾールホルムアルデヒドノボラック樹脂をあげることができる。ヒドロキシベンゼン化合物の具体例としては、ビロガロール、フロログルシノール、2, 2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパンを、1-ヒドロシキエチル-2-アルキルイミダゾリンの具体例としては、アルキル基の炭素原子数が7~17までの化合物およびそれらの混合物が挙げられる。

【0038】これらネガティブワーキング化剤として好ましい化合物は、たとえばトリエタノールアミン、N-メチルエタノールアミン、N-メチルジエタノールアミン、ジエチルアニリン、ヘキサメチレンテトラミン、トリブチルアミン、トリイソアミルアミン、メタクレゾールホルムアルデヒド樹脂、シエラック、1-ヒドロキシエチル-2-アルキルイミダゾリンなどがある。

【0039】上記ネガティブワーキング化剤の使用量は、上記レジスト主剤100重量部に対して、アミンの

12

場合には好ましくは約0. 005重量部から約1重量部の範囲、より好ましくは約0. 01重量部から約0. 3重量部の範囲、水酸基を有する芳香族炭化水素またはシエラックの場合には好ましくは約0. 005重量部から約1. 0重量部の範囲、より好ましくは約0. 01重量部から約0. 3重量部の範囲、1-ヒドロキシルエチル-2-アルキルイミダゾリンの場合には好ましくは約0. 005重量部から約0. 1重量部の範囲、より好ましくは約0. 01重量部から約0. 07重量部の範囲である。

10 【0040】本発明に用いられる感光性樹脂組成物には上記成分のほかに各種添加物を加えることができる。例えは画像強度を高めるためあるいはバインダーとして、前記成分と均一に混合しうる樹脂、たとえばステレン-無水マレイン酸共重合体、ステレン-アクリル酸共重合体、メタクリル酸-メタクリル酸メチル共重合体などを加えることもできる。

【0041】この種のレジストの詳細な組成については、特公昭55-32088号公報、英国特許第844039号明細書、および米国特許第4104070号明細書等に記載されている。

【0042】図1に示すように、本発明のレジストバターンの断面形状110は、基板120の表面122から上に延び実質的にT形の縦バー部を構成する縦バー部分112と、この縦バー部分に連続し基板表面に対して間隔を置いた状態で横に延び実質的にT形の横バー部を構成する横バー部分114とを備えるT形状である。

【0043】図1に示す断面形状において、横バー部分下縁116の接線と基板表面122とのなす角のうちの最小値を $\alpha$ とし、横バー部分最外側縁118から基板表面に下ろした垂線と基板表面122との交点W<sub>0</sub>と、前記最外側縁118側の縦バー部分112側縁と基板表面122とが接する点W<sub>1</sub>(W<sub>0</sub>とW<sub>1</sub>との距離はW)との中间位置(W<sub>0</sub>からの距離がW/2)における横バー部分下縁116と基板表面122との間隔をhとしたとき、図9のh- $\alpha$ グラフに示されるように $\alpha$ およびhは

A:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0. 01 \mu\text{m}$ ,  
B:  $\alpha = 20^\circ$ ,  $h = 0. 01 \mu\text{m}$ ,  
C:  $\alpha = 20^\circ$ ,  $h = 0. 2 \mu\text{m}$ ,  
D:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0. 3 \mu\text{m}$

40 の4点をこの順に結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在し、好ましくは、

A:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0. 01 \mu\text{m}$ ,  
X:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0. 01 \mu\text{m}$ ,  
Y:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0. 15 \mu\text{m}$ ,  
Z:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0. 15 \mu\text{m}$

の4点をこの順に結んだ四辺形で囲まれた範囲内(辺上を含む)に存在し、より好ましくは

A:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0. 01 \mu\text{m}$ ,

X:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0. 01 \mu\text{m}$ ,

G:  $\alpha = 5^\circ$ ,  $h = 0. 1 \mu\text{m}$ ,

(8)

特開平9-96909

13

$H: \alpha = 0^\circ$ ,  $h = 0$ ,  $1 \mu\text{m}$  の4点をこの順で結んだ四辺形で囲まれた範囲内（辺上を含む）に存在する。T形断面のレジストパターンにおいて、 $\alpha$ と $\alpha$ とをこのような範囲内に設定することにより、初めて良好なリフトオフやイオンミーリング等を行うことができ、不良品率も20%未満となる。従来、单一のレジストでこのようなT形形状をもつパターンは存在していない。なお、 $\alpha = 0^\circ$ とは、横バー部分の下線116における接線と基板表面122とが平行であることを意味する。

【0044】図1において、点W<sub>0</sub>と点W<sub>1</sub>との距離Wは、好ましくはW=0, 0.3~3 μm、より好ましくはW=0, 1~3 μm、さらに好ましくはW=0, 2~1 μmである。Wをこのような範囲に設定することにより、不良品率がさらに低下する。

【0045】図1において、レジストパターンの高さをTとしたとき、好ましくはT=0, 3~3 μm、より好ましくはT=0, 4~2 μm、さらに好ましくはT=0, 4~1 μmである。Tが大きすぎても小さすぎても、T形断面の形成が難しくなる。また、Tが小さすぎるとレジストカバーとしての使用に耐えなくなってしまう。また、Tが大きすぎるパターンをミーリング時のレジストカバーとして用いた場合、ミーリングパターンの端面が溶ってしまう。すなわち、基板表面と平行に近くなってしまうので、好ましくない。

【0046】図1において、点W<sub>1</sub>で横バー部分側縁に接し基板上方に延びる半直線と、点W<sub>1</sub>から基板表面と平行に横バー部分内部方向に延びる半直線とのなす角をβとしたとき、好ましくはβ=10~160°、より好ましくはβ=70~110°である。

【0047】図1において、基板表面から延び基板表面からT/3の高さにおいて横バー部分側縁に接する半直線と、この半直線と基板表面との交点から基板表面と平行に横バー部分から遠ざかる方向に延びる半直線とのなす角をγとしたとき、好ましくはγ=20~120°、より好ましくはγ=60~100°、さらに好ましくはγ=80~90°である。

【0048】図1において、横バー部分の最大幅をH<sub>w</sub>としたとき、好ましくはH<sub>w</sub>=0, 1~7 μm、より好ましくはH<sub>w</sub>=0, 3~3 μmである。

【0049】図1において、横バー部分が基板表面と接している領域の幅をV<sub>w</sub>としたとき、好ましくはV<sub>w</sub>/H<sub>w</sub>=0, 1~0, 995、より好ましくはV<sub>w</sub>/H<sub>w</sub>=0, 15~0, 95である。

【0050】本発明のT形断面のレジストパターンの上面部は、通常、凹状面をなすが、H<sub>w</sub>が小さい場合には、平面状または凸面状となることがある。

【0051】なお、本明細書において基板表面とは、レジストパターンの横バー部分が接する面のことであり、例えば、被ミーリング膜等の表面にレジストパターンが形

14

成されているときには、前記被ミーリング膜等の表面が基板表面である。

【0052】本発明のT形断面のレジストパターンが形成される基板表面の材質は、金属（合金を含む）材料またはセラミックス材料であることが好ましい。金属材料のうち金属単体としては、Cr, Al, W, Te, Mo, Fe, Ni, Co, Mn, Ti, Ta, Au, Ag, Cu等を好ましく用いることができる。合金としては、Fe-Ni, Ni-Mn, Fe-Ni-Co, Fe-C-Co等を好ましく用いることができる。セラミックス材料としては、NiO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>等の酸化物、Li<sub>2</sub>NbO<sub>3</sub>, Li<sub>2</sub>TaO<sub>3</sub>、フェライト等の複合酸化物、AlTiC等の炭化物などを好ましく用いることができる。なお、これらの結晶性は特に限定されない。

【0053】このような材質の表面を有する基板を用いることにより、本発明の特徴ある断面形状のレジストパターンを形成することができる。なお、本発明では、半導体装置の製造においてよく使用されているSi単結晶基板は用いない。本発明の発明者の実験によると、Si単結晶基板上には、上記レジスト剤を用いても、本発明の特徴ある断面形状のレジストパターンを形成することができない。また、表面がSiO<sub>2</sub>等の酸化ケイ素から構成されている基板も、Si基板と同様に上記のようなレジストパターンを形成できないため、本発明では用いない。

【0054】次に、本発明のT形断面のレジストパターンの形成方法について説明する。

【0055】画像反転対応ポジ型レジストのパターニング過程を図10に、その各段階においてレジスト中で起こる化学反応の例を図11に示し、このパターニング過程を各段階ごとに説明する（その詳細については、M. Spacie et al, "Mechanism and lithographic evaluation of image reversal in AZ5214 photoresist," Proc. of conference on photopolymers principle processing and materials, Ellenville (1985)に記載されている）。なお、以下の説明は、ネガティブワーキング化剤として塩基性アミンを用いた例についてのものである。

【0056】（1）第1段階 露光

40 基板1の上面に画像反転対応ポジ型レジスト2を塗布し、ブリペーク後、レジスト膜上面に所定のパターンを有するマスク3を介して紫外線A（波長：300~500 nm）を照射（露光）する。レジスト2の露光部4において、ジアゾナフトキノンがウォルフ転移してインデンカルボン酸となる（図11の式1参照）。インデンカルボン酸は、ネガティブワーキング化剤である塩基性アミンとの酸-アルカリ反応により、多少不安定なカルボン酸のアミン塩となる（図11の式2参照）。

【0057】（2）第2段階 リバーサルペーク（R B）

(9)

特開平9-96909

15

式2の反応の後、レジストをリバーサルペークする。リバーサルペークの温度は、90～130°Cとすることが好ましい。リバーサルペークでの加熱によってカルボン酸のアミン塩は速やかに脱カルボニル反応を起こし、アルカリ水溶液に不溶なインデンとなる（図11の式3参照）。インデンは、アルカリ水溶液に不溶なばかりでなく、その後の紫外線照射や加熱に対しても不活性である。この場合のリバーサルペークは、通常工程のポストペークに相当し、このプロセスではポストペークを施さなくてもよい。

【0058】(3) 第3段階 フラット露光

ここで、レジストは紫外線B照射を受け、最初の露光時に未露光であった未露光部らの感光基であるジアゾナフロキノンがアルカリ水溶液に可溶のインデンカルボン酸となり（式1参照）、続いて、塩基性アミンとの反応によりカルボン酸のアミン塩となる（式2参照）。このカルボン酸のアミン塩もアルカリ水溶液に可溶である。紫外線Bの波長は紫外線Aと同じであってもよいが、紫外線Bはパターン形成とは関係ないので、その波長は特に限定されない。なお、フラット露光は必ずしも必要としないが、用いない場合は、比較的高濃度の現像液を用いる必要があり、また現像中のスカムの発生の可能性がある。

【0059】(4) 第4段階 現像

最後に、アルカリ性の水溶液で現像することにより未露光部らは溶け、露光部だけが残り、パタニングが完了する。

【0060】画像反転対応ポジ型レジストのうち市販されているものとしては、ヘキスト（Hoechst）社製レジストAZ5200Eシリーズがある。このレジストの詳細な特性については、M. ポルセン、「ポジ型ポトレジストの画像反転によるサブミクロン加工技術」、電子材料、6、1（1986）に示されている。

【0061】次に、図12に、先に示した画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程における他の条件が同一のときの各段階の条件がレジストの断面形状に与える影響について示し、それらについて以下に説明する。

【0062】(1) 基板表面

これらのパタニング条件と得られるレジストの断面形状との関係は、基板表面の材質や基板表面処理（HMDS気相処理など）の有無にはよらない。好ましくは、基板の表面処理はしない方がよい。

【0063】(2) レジストの塗布膜厚、ブリペーク温度、時間

レジストの塗布膜厚を薄くしていくと、逆台形の基板接地部分にくびれ（スリット）が形成され、くびれの幅が広くなつて断面が逆台形からT形に変化していく。好ましくは、レジストの塗布膜厚は3 μm（ブリペーク後）以下がよい。レジストの塗布膜厚の下限は、通常り、3～0.5 μm程度が好ましい。ブリペーク温度とその時

16

間とはレジストの断面形状にはほとんど影響を与えないが、ブリペーク温度はリバーサルペーク温度以下とすることが好ましい。

【0064】(3) 露光量

露光量を減らしていくと逆台形の基板接地部分にくびれ（スリット）が形成され、断面が逆台形からT形に変化していく。好ましい露光量は、露光機の種類、露光光（紫外線、レーザー光（エキシマなど）、X線、電子線などを含む）の波長分布などにより異なるが、本発明に至る実験では、10～500 mJ/cm<sup>2</sup>が好ましかった。より詳細に説明すると、露光光として、線（波長365 nm）カットの広帯域光やi線（波長436 nm）を用いる場合、好ましくは100～500 mJ/cm<sup>2</sup>、より好ましくは100～400 mJ/cm<sup>2</sup>、さらに好ましくは100～330 mJ/cm<sup>2</sup>であり、i線を用いる場合、好ましくは10～100 mJ/cm<sup>2</sup>、より好ましくは30～60 mJ/cm<sup>2</sup>である。なお、露光遮抗効果（MR）型薄膜素子においてMR膜のパターンを微細なものとするためには、露光光にi線またはそれ以下の波長の光または電子線を用いることが好ましい。i線を用いて形成される微細なレジストパターンでは、従来、良好なT形断面のものは得られていない。

【0065】また、露光光の焦点位置を制御することにより、レジストパターンの基板接地部分に形成されるくびれの高さを調整することができる。具体的には、焦点位置を基板側に移動させると前記くびれの高さは低くなり、焦点位置を基板と反対側に移動させると前記くびれの高さは高くなる。レジスト塗膜表面を基準として基板に近寄る方向をマイナスとし基板から遠ざかる方向をプラスとして焦点位置を表示したとき、焦点位置は、好ましくは-1～+10 μm、より好ましくは-1～+6 μmである。焦点位置をこのような範囲とすることにより、前記hを本発明範囲とすることが容易にできる。

【0066】(4) リバーサルペーク（RB）温度、RB時間

RB温度を下げていくと逆台形の基板接地部分にくびれ（スリット）が形成され、くびれの幅が広くなり断面が逆台形からT形に変化していく。RB温度は、100～123°C、特に100～118°Cが好ましい。また、所定RB時間以上であれば、RB時間を短くすると逆台形の基板接地部分にくびれ（スリット）が形成され断面が逆台形からT形に変化する傾向を助長する。このRB時間は、30秒間～13分間が好ましい。なお、RB時間が短すぎると、図11に示すような反応が生じなくなってしまう。

【0067】(5) フラット露光量

フラット露光量はレジストの断面形状にはほとんど影響を与えないが、通常、100～600 mJ/cm<sup>2</sup>とすることが好ましい。

【0068】(6) 現像条件および rinsing 条件

(10)

特開平9-96909

17

現像液はアルカリ性の水溶液であればレジストの断面形状にはほとんど影響を与えない。例えば、焼酸塩水溶液、TMAHなどでよい。現像液の濃度が高いほど、また、現像時間が長いほど逆台形の基板接地部分にくびれ（スリット）が形成されやすくなり、くびれの幅が広くなつて断面がT形に変化していく。現像液としてはリン酸塩 ( $\text{Na}_n\text{H}_n\text{PO}_4$ ) 1~3%水溶液を用いることが好ましく、現像温度は室温（20~25°C）とすることが好ましく、現像時間は30~90秒間とすることが好ましい。リンス液は純水であればリンス液の温度とリス時間とによらずレジストの断面形状にはほとんど影響を与えない。リンス液としては超純水を用いることが好ましく、リンス温度は室温（20~25°C）とすることが好ましく、リンス時間は10~180秒間とすることが好ましい。

## 【0069】(7) 現像後ペーク

現像後に乾燥等のためにペーティング工程を設けてもよいが、現像後ペークの条件はレジストの断面形状にはほとんど影響を与えない。

【0070】このように、画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程における各段階の条件のさまざまな組み合わせ時に断面がT形を有するレジストパターンが得られる。すなわち、例えば、あるリバーサルペーク条件と現像条件との組み合わせ時にレジスト断面が逆台形となる最小露光量未満の露光量で露光したとき、T形断面のレジストパターンを形成することができる。また、ある露光条件と現像条件との組み合わせ時にレジスト断面が逆台形となる最低リバーサルペーク温度未満の温度でリバーサルペークしたときにも、T形断面のレジストパターンを形成することができる。T形断面のレジストパターンを形成するには、このように露光量またはリバーサルペーク温度の制御、特にリバーサルペーク温度の制御が有効であるが、上記したように、この他の各種条件を制御することによっても望ましい形状のT形断面を得ることができる。

【0071】以上に説明した本発明のレジストパターンを用いることにより、好ましい磁気抵抗効果（MR）型薄膜素子を得ることができる。

【0072】本発明の磁気抵抗効果型薄膜再生ヘッドである磁気抵抗効果型薄膜再生ヘッドとインダクティブ型薄膜記録ヘッドとを備えた複合型薄膜磁気ヘッドの構造の一例を図13に示した。この図において、符号10は磁気抵抗効果型薄膜再生ヘッド、11は基板、12は絶縁膜、13は下部シールド層、14は絶縁膜、15は磁気抵抗効果膜、16はMRリード層（磁気抵抗効果膜用電極膜）、17は絶縁膜である。そして、このような磁気抵抗効果型薄膜再生ヘッド10は、従来から知られた構造のインダクティブ型薄膜記録ヘッド20と組み合わされて、複合型のヘッドとされる。インダクティブ型薄膜記録ヘッド20は、通常、下部磁極21、絶縁膜2

18

2、絶縁膜23、コイル24、上部磁極25および保護層26を備えている。

【0073】基板11には、通常、AlT、C等のセラミックス材料を用いる。

【0074】絶縁膜12は、膜厚が1~20μm程度で、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等で形成されることが好ましい。

【0075】下部シールド層13は、FeAlSi、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN、FeZr

19 N、FeTaN、Co<sub>2</sub>Nb、CoZrTa等で形成されることが好ましく、そして、その膜厚は、0.1~5μm、特に0.5~3μmが好ましい。

【0076】絶縁膜14は、膜厚が100~2000Å程度で、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等で形成されることが好ましい。

【0077】磁気抵抗効果膜15は、磁性層1層で構成してもよいが、通常、磁性層と非磁性層とを積層した多層膜構造とすることが好ましい。磁性層の材料としては、例えば、NiFe、NiFeRh、FeMn、Ni<sub>2</sub>Mn、Co、Fe、Ni<sub>2</sub>O、NiFeCr等が好ましい。また、非磁性層の材料としては、例えば、Ta、Cu、Ag等が好ましい。上記多層膜構造としては、例えば、NiFeRh/Ta/NiFeの3層構造や、NiFe/Cu/NiFe/FeMn、NiFe/Cu/Co/NiFe、Fe/Cu、Co/Cu、Co/Agといった複数層構造を1ユニットとして複数ユニットを繰り返し積層した構造とすることが好ましい。さらに、このような多層膜構造とする場合、磁性層の膜厚は、5~500Å、特に10~2

30 50Åとすることが好ましい。非磁性層の膜厚は、5~500Å、特に10~250Åとすることが好ましい。上記ユニットの繰り返し数は、1~30回、特に1~20回が好ましい。そして、磁気抵抗効果膜全体の厚さは、50~1000Å、特に100~600Åが好ましい。

【0078】MRリード層16は、W、Cu、Au、Ag、Ta、Mo、CoPt等で形成されることが好ましく、その膜厚は、100~5000Å、特に500~3000Åが好ましい。

40 【0079】上記絶縁膜17は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等で形成されることが好ましく、その膜厚は、50~5000Å、特に100~2000Åが好ましい。

【0080】磁気抵抗効果型薄膜ヘッドを構成する各層のうち、絶縁膜12、14、17、磁気抵抗効果膜15およびMRリード層16は、前述した本発明のレジストパターンを用いて、前述のリフトオフ法およびミリングパタニング法のいずれでも形成することができる。一方、膜厚の厚い下部シールド層13は、前述した本発明のレジストパターンを用いて、前述のミリングパタニング法により形成することができる。

(11)

特開平9-96909

19

【0081】また、避気抵抗効果膜15とMRリード層16との連続膜を形成する場合には、前述した本発明のレジストパターンを用いて、前述のリフトオフ法とミリングバタニング法との併用法を利用すればよい。

【0082】本発明のレジストパターンを用いれば、上記のような避気抵抗効果型薄膜ヘッドを効率よく、しかも歩留まりよく製造することができる。

【0083】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例について説明する。

【0084】以下に説明する実施例においては、画像反転対応ポジ型レジストとして、レジストAZ5214E（アルカリ可溶性フェノール樹脂とナフトキノンシアジドとの混合物を含有するポジ型レジストに、ネガティブ\*

20

\*ワーキング化剤として塩基性アミンが添加され、主溶媒としてプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートを用いたレジストであって、固形分含有率が28.3%のもの）を用いた。

【0085】＜実施例1＞表2に示すレジストパターンサンプルNo.1～8を作製した。各サンプルの作製条件を表1および表2に示す。表1には、すべてのサンプルに共通の条件を、表2には、サンプルによって異なる露光量、焦点位置およびRB温度を示してある。各サンプルは、それぞれの作製条件の範囲内に入るように100個ずつ作製した。

【0086】

【表1】

表 1

基板	:表面にA1, O, 層を設けたA1T1C
基板表面処理	:なし
レジスト	:ヘキスト (Hoechst) 社製AZ5214E
レジスト膜厚	:約1.8 $\mu$ m (プリベーク後)
プリベーク温度、時間	:95°C、6分間 (ダイレクトホットプレート)
露光機	:ステッパー (ウルトラテック (Ultratech) 社製 Ultrastep Model 1500) NA=0.28、焦点位置 (表2に示す) UV:広域幅 (1線カット)
露光量	:表2に示す (マスク幅: 2.0 $\mu$ m)
RB温度	:表2に示す (ホットプレート)
RB時間	:5分間
フラット露光機	:PLA (バラレルライトアライナー) (キャノン (Canon) 社製 PLA-501F)
フラット露光量	:500 mJ/cm <sup>2</sup>
現像液、温度、時間	:シブレー (Shipley) 社製、マイクロ ポジット デベロッパー (Micro Posit Developer) (: H <sub>2</sub> O = 1 : 1)、23°C、70秒間 (パドル:水たまり状の現像液に接触させて現像)
リンス液、温度、時間	:超純水、23°C、60秒間 (パドル)
現像後ペーク	:なし

【0087】

【表2】

特開平9-96909

(12)

22

21

サンプル No.	露光量 ( $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ )	露光位置 ( $\mu\text{m}$ )	R B温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\alpha$ ( $^{\circ}$ )	$h$ ( $\mu\text{m}$ )	不良品率 [外観検査によるもの]	
						未満	40%以上
1 (比較)	100 ~ 330	-10 ~ -4未満	100 ~ 118 未満	0 ~ 5 未満	0 ~ 0.01 未満*	0 ~ 0.01 未満*	40%以上
2	100 ~ 330	-4 ~ -1未満	100 ~ 118 未満	0 ~ 5 未満	0.01 ~ 0.03 未満	20%以上40%未満	
3	100 ~ 330	-1 ~ +6未満	100 ~ 118 未満	0 ~ 5 未満	0.03 ~ 0.1	10%未満	
4	100 ~ 330	+6 ~ +10	100 ~ 118 未満	0 ~ 5 未満	0.1 未満 ~ 0.2	10%以上 20%未満	
5 (比較)	100 ~ 330	+10超	100 ~ 118 未満	2.5超 ~ 5 未満	0.25超*	40%以上	
6	330 ~ 400	-1 ~ +6未満	118 ~ 123 未満	5超 ~ 20	0.03 ~ 0.1	10%以上 20%未満	
7	330 ~ 400	+6 ~ +10	118 ~ 123 未満	5超 ~ 20	0.1 ~ 0.2	10%以上 20%未満	
8 (比較)	500	-10 ~ -4未満	130	20超*	0 ~ 0.01 未満*	40%以上	

\*)本発明範囲外

表 2

【0088】これらのサンプルについて、日立社製電子放射電子ビーム式SEM(日立ULS I高精度外観寸法評価装置S-7000)を用い、上記 $\alpha$ 、 $h$ を測定した。これらの結果を上記表2に示した。また、サンプルNo. 3について上記W、T、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、Hw、Vwを測定したところ、Wは約0.75  $\mu\text{m}$ 、Tは約1.8  $\mu\text{m}$ 、 $\beta$ は約13.5°、 $\gamma$ は約9.0°、Hwは約2.4  $\mu\text{m}$ 、Vw/Hwは約1.3であった。なお、他のサンプルについても同様な測定を行った結果、同等の結果が得られた。

【0089】また、上記SEMを用いて撮影したサンプルNo. 3断面の写真を、図14に示した。この写真から分かるように、良好なコントラストのT形断面のレジストパターンが得られている。なお、図14に示すレジストパターンの形成には、切断の容易なS1基板(表面に

A1、O<sub>1</sub>層を形成したもの)を用いた。

【0090】また、上記各サンプルは、金属酸化物であるA1、O<sub>1</sub>(基板自体はA1T1Cであるが、基板表面はA1、O<sub>1</sub>である)上に形成したが、基板表面を、金属であるNi、Cr、Ta、合金であるFe-Ni、Fe-Ni-C、複合金属酸化物であるLiNbO<sub>3</sub>とし、これ以外は上記サンプルNo. 3と同様にしてレジストパターンを形成したところ、表2の $\alpha$ 、 $h$ の値とはほぼ同等の値が得られ、この場合にも良好なコントラストのT形断面のレジストパターンが得られることが確認された。

【0091】各サンプルのレジストパターンを用いてミリングパターンを行ったときの効果を調べるために、つぎのような実験を行なった。

【0092】表面にA1、O<sub>1</sub>膜を有するA1T1C基板の表面上に、膜厚0.06  $\mu\text{m}$ のNiFeをスパッタ法により均一に成膜した。ついで、上記サンプルNo. 1 ~ 8のレジストパターンをマスクパターンとするリフトオフ法(条件については下記した)、ミリングパターン法(イオンミリング条件については下記した)および併用法(条件については下記した)を用い、各サンプルについてそれぞれ1000個づつ避気抵抗効果型薄膜避気ヘッドを作製した。これらの避気ヘッドの層構成は、図13に示すものとした。

#### 【0093】リフトオフ条件

有機溶媒: アセトン

有機溶媒浸漬時間: 30分間

#### 【0094】イオンミリング条件

イオンの種類: Ar<sup>+</sup>

30 ガス圧力:  $1.5 \times 10^{-3}$  Torr

加速電圧: 3000V

加速電流: 250mA

ミリング角度: 90°(基板表面に対して)

時間: 8分

#### 【0095】併用法条件

上記イオンミリング条件とリフトオフ条件との併用

【0096】得られた避気抵抗効果型薄膜避気ヘッドについて、外観検査と電磁変換特性とに基づいた不良品率を調べた。その結果を上記表2に示した。上記表2から、 $\alpha$ および $h$ が所定範囲にある本発明サンプルを用いて作製された避気ヘッドは、不良品率が著しく低いことがわかる。

【0097】なお、これらの避気ヘッドの作製に際し、図13に示される各層のうちシールド層はミリングパターン法により形成し、避気抵抗効果膜と避気抵抗効果膜用電極膜との遮断膜は併用法により形成した。ただし、避気抵抗効果膜をミリングパターン法により形成し、かつ避気抵抗効果膜用電極膜をリフトオフ法により形成した場合でも、同等の結果が得られた。

50 【0098】<実施例2>下記表3に示す条件で、レジ

(13)

特開平9-96909

23

ストバターンサンプルを作製した。

【0099】

\*【表3】

\*  
表 3

24

基板	: 裸面にA1, O, 唇を設けたSi
基板表面処理	: なし
レジスト	: ヘキスト (Hoechst) 社製AZ5206E
レジスト膜厚	: 約0.7 μm (プリベーク後)
プリベーク温度、時間	: 95°C, 6分間 (ダイレクトホットプレート)
露光機	: ステッパー (キヤノン (Canon) 社製, FPA-3000iA) NA=0.45, 焦点位置=±0.00 μm UV: 1線
露光量	: 50mJ/cm² (マスク幅: 0.55 μm)
RB温度	: 113°C (ホットプレート)
RB時間	: 3分間
フラッド露光機	: PLA (パラレルライトアライナー) (キヤノン (Canon) 社製PLA-501F)
フラッド露光量	: 200mJ/cm²
現像液、温度、時間	: シブレー (Shipley) 社製、マイクロ ポジット デベロッパー (Micro Posit Developer) (40%水溶液)、23°C、50秒間 (パドル: 水たまり状に現像液を接触させて現像)
rinsing 液、温度、時間	: 超純水、23°C、60秒間 (パドル)
現像後ペーク	: なし

【0100】このサンプルの断面を実施例1と同様にして上記SEMにより測定したところ、 $\alpha$ は約0°、 $h$ は約0.02 μm、 $W$ は約0.26 μm、 $T$ は約0.5 μm、 $\beta$ は約80°、 $\gamma$ は約70°、 $H_w$ は約0.65 μm、 $V_w/H_w$ は約0.21であった。

【0101】このサンプルのSEM写真を図15に示す。

【0102】このレジストバターンサンプルを用いて膜のバタニングを行ったときの効果を調べるため、つぎのような実験を行なった。

【0103】表面にA1, O、脣を有するA1TiC基板の表面上に、多層膜構造の磁気抵抗効果膜(MR膜)をスパッタ法により成膜した。MR膜の組成および膜厚は

$NiFeRh/Ta/NiFe/Ta = 130/100/200/50$  (A)

とした。次いで、MR膜上に上記レジストバターンサンプルをレジストカバーとして設け、ミリング法によりバタニングを行った。続いて、レジストカバーを除去せずに、リフトオフ法により多層膜構造の磁気抵抗効果膜用電極膜(MRリード膜)を形成し、MR膜とMRリード膜との連続膜を得た。MRリード膜の組成および膜厚は

$TiW/CoPt/TiW/Ta = 100/500/100/1000$  (A)

とした。上記SEMによるこの連続膜の写真を図16に示す。この連続膜において、MR膜の帽(磁気ヘッドに適用した場合のトラック帽)は0.36 μmであった。

【0104】この方法と同様にして磁気抵抗効果型薄膜

磁気ヘッドを1000個作製し、実施例1と同様にして不良品率を調べたところ、10%以下であった。この結果から、本発明によれば、狭トラック帽の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドを安定して製造できることがわかる。

【0105】

【発明の効果】

(A) 従来、造形しか得られていなかったバタニング過程の条件を本発明にしたがって制御することにより、1層レジストでも断面がコントラストのあるT形をしているレジストバターンを容易に形成できるようになった。

【0106】(B) レジストバターンのT形断面の幅、基板接地部分の帽(図1における $V_w$ )、基板接地部分でのくびれの帽(図1における $W$ )、くびれ高さを再現性よくある程度の範囲でコントロールできる。

【0107】(C) 本発明にしたがってバタニングしたT形断面のレジストバターンをリフトオフやドライエッキング時のマスクバターンとする場合、前記(B)項の効果により、マスクバターンの断面形状を被バタニング膜の厚さやそのバタニング帽などに応じて最適化することができるため、リフトオフやドライエッキングの際の歩留まりが向上する。

【0108】(D) レジストバターン断面の幅が1 μm以下のバターンも形成することができる。これにより、幅が1 μm以下のリフトオフバターン、ドライエッキングバターンの形成ができる。

【0109】(E) 紫外線による露光で、断面がT形をしたレジストバターンが得られ、エキシマレーザーなど

(14)

25

の高価な設備を用いる必要がないので、設備費が安価ですむ。

【0110】(F) 従来、T形断面のレジストパターンを形成するためには、マスクの位置合わせを必要とする露光作業と湿式の現像作業とを複数回行うなどの必要があり、非常に煩雑であったが、本発明では、露光作業と現像作業とがそれ一回で済むのでパタニング作業が簡単になり、作業時間の短縮が図ることができる。

【0111】(G) 前記(E)項と(F)項の効果により、リフトオフパターンとドライエッティングパターンとを安価に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のT形断面のレジストパターンの断面の構成を説明するための断面図である。

【図2】ミリング工程の説明図である。

【図3】レジストパターン(レジストカバー)の断面が逆台形の場合のミリング工程における被ミリング材のレジストパターンへの付着状態を説明する説明図である。

【図4】レジストパターン(レジストカバー)の断面がT形の場合のミリング工程における被ミリング材のレジストパターンへの付着状態を説明する説明図である。

【図5】リフトオフ工程の説明図である。

【図6】レジストパターン(レジストカバー)の断面が逆台形の場合のリフトオフ工程における被パタニング材のレジストパターンへの付着状態を説明する説明図である。

【図7】レジストパターン(レジストカバー)の断面がT形の場合のリフトオフ工程における被パタニング材のレジストパターンへの付着状態を説明する説明図である。

【図8】ミリング法とリフトオフ法との併用法の説明図である。

【図9】本発明のレジストパターンにおけるαおよびβの範囲を示すグラフである。

【図10】画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程を説明する説明図である。

【図11】画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程においてレジスト中に起こる化学反応の例を説明する\*

特開平9-96909

26

\*図である。

【図12】画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程における他の条件が同一のときの各段階の条件がレジストの断面形状に与える影響を説明するための説明図である。

【図13】本発明のレジストパターンを用いて製造される磁気抵抗効果型薄膜ヘッドの断面構造を示す断面図である。

【図14】基板上に形成された微細なパターンを表わす図面代用写真であって、本発明の実施例サンプルNo. 3のレジストパターンの断面構造を示すSEM写真である。

【図15】基板上に形成された微細なパターンを表わす図面代用写真であって、実施例2で作製したレジストパターンの断面構造を示すSEM写真である。

【図16】基板上に形成された微細なパターンを表わす図面代用写真であって、実施例2のレジストパターンを用い、ミリングとリフトオフとの併用法により作製したMR膜とMRリード層との連続膜を示すSEM写真である。

【図17】基板上に形成された微細なパターンを表わす図面代用写真であって、従来のレジストパターンの断面構造を示すSEM写真である。

【図18】基板上に形成された微細なパターンを表わす図面代用写真であって、従来のレジストパターンの断面構造を示すSEM写真である。

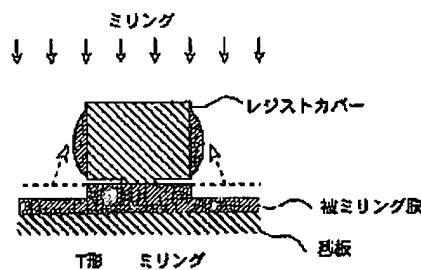
【図19】基板上に形成された微細なパターンを表わす図面代用写真であって、従来のレジストパターンの断面構造を示すSEM写真である。

【図20】基板上に形成された微細なパターンを表わす図面代用写真であって、従来のレジストパターンの断面構造を示すSEM写真である。

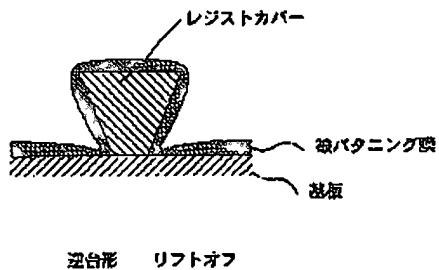
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 画像反転対応ポジ型レジスト
- 3 マスク
- A, B 紫外線

【図4】



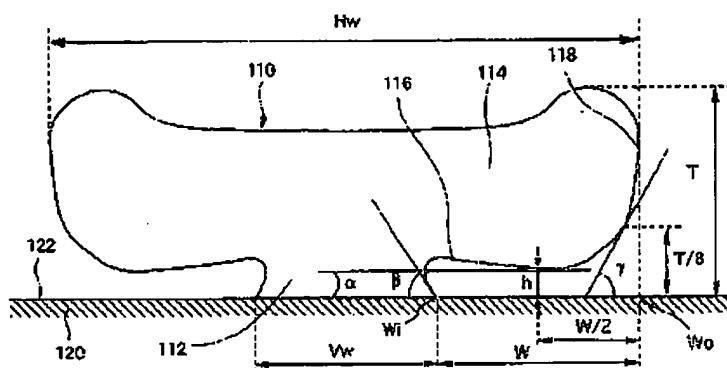
【図6】



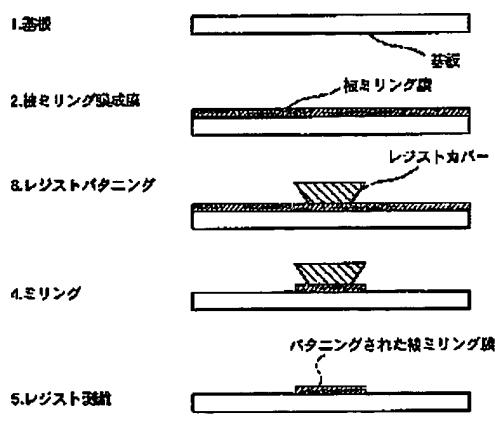
(15)

符開平9-96909

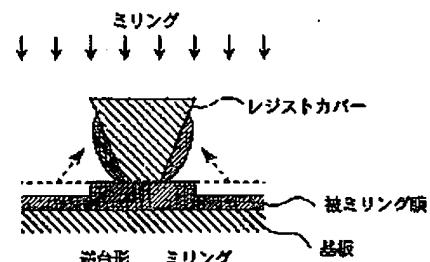
[图1]



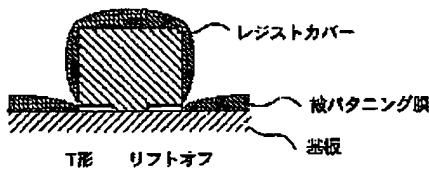
〔图2〕



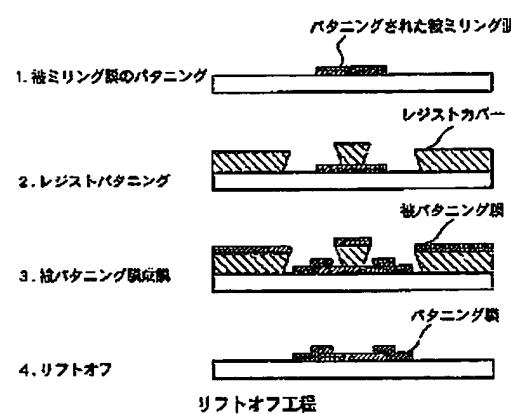
[図3]



〔四〕



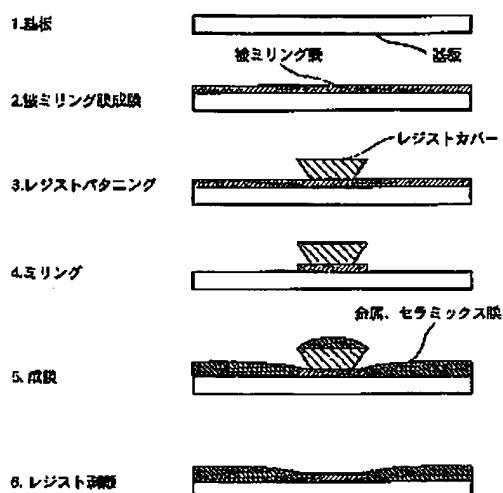
〔図5〕



(16)

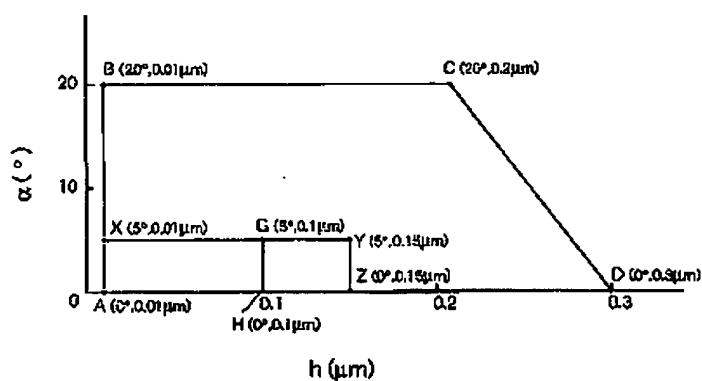
特開平9-96909

[図8]

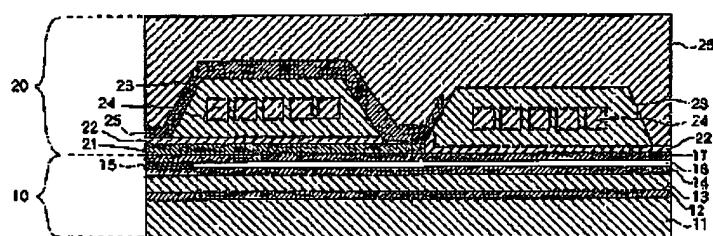


ミリング+リフトオフ工程

[図9]



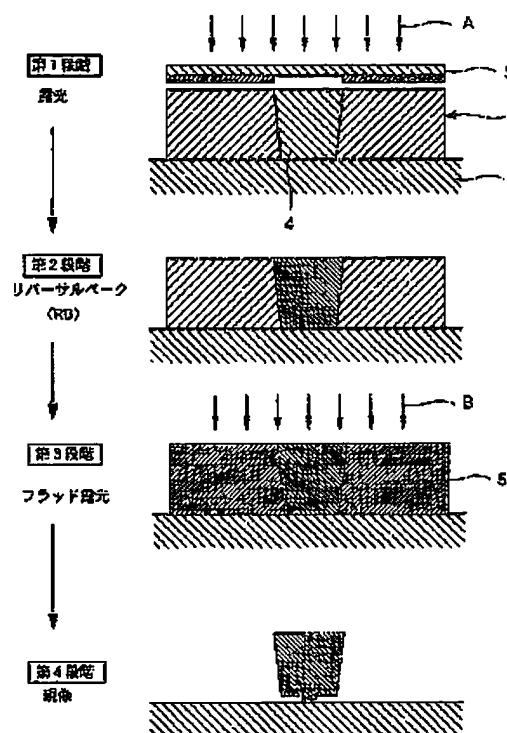
[図13]



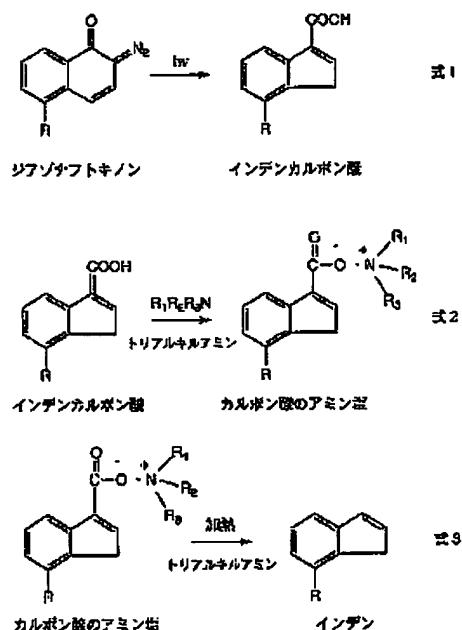
(17)

特開平9-96909

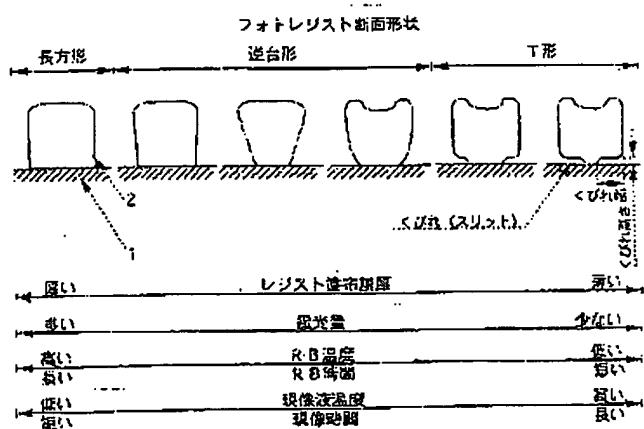
【図10】



【図11】

画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程において  
レジスト中で起こる化学反応の例

【図12】

画像反転対応ポジ型レジストのパタニング過程における他の条件が  
同一のときの各段階の条件がレジストの断面形状に与える影響

(18)

特開平9-96909

【図14】

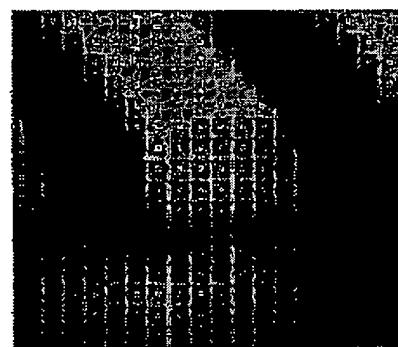
図面代用写真



→ 1.0  $\mu\text{m}$

【図15】

図面代用写真



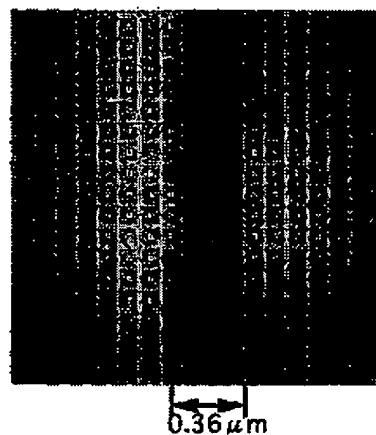
→ 0.4  $\mu\text{m}$

(19)

特開平9-96909

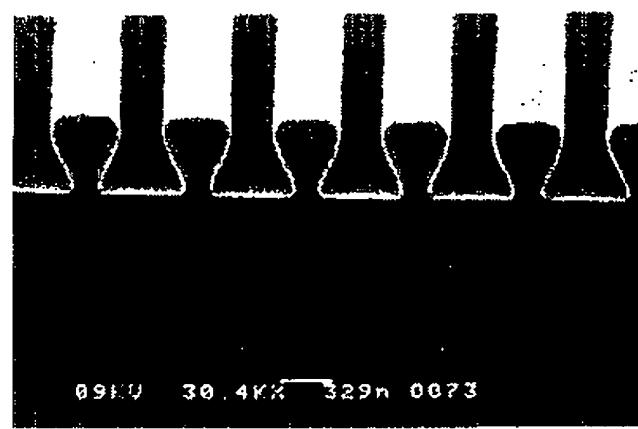
【図16】

画面代用写真



【図17】

画面代用写真



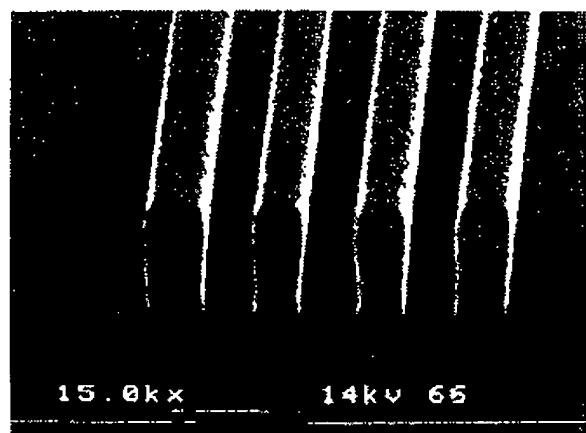
→  $0.5 \mu\text{m}$

(30)

特開平9-96909

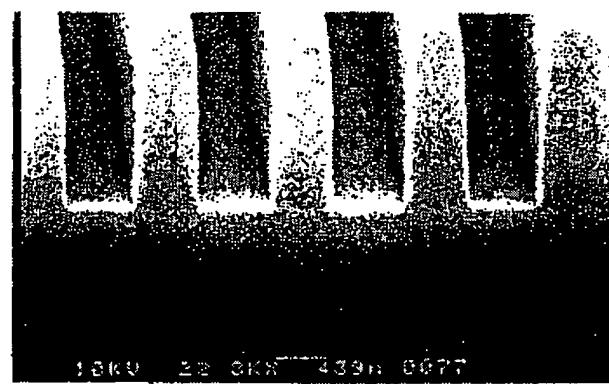
【図18】

画面代用写真



【図19】

画面代用写真



(21)

特開平9-96909

【図20】

図面代用等真



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>  
H 01 L 21/306  
43/08

識別記号

序内整理番号

F I

H 01 L 21/302  
21/306

技術表示箇所

C  
D